



AK

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 07 164 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**F 23 C 11/00**  
// B60H 1/22

②① Aktenzeichen: 100 07 164.3  
②② Anmeldetag: 17. 2. 2000  
②③ Offenlegungstag: 24. 8. 2000

DE 100 07 164 A 1

③⑩ Unionspriorität:

11-41791 19. 02. 1999 JP  
11-309415 29. 10. 1999 JP

⑦① Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

⑦④ Vertreter:

Zumstein & Klingseisen, 80331 München

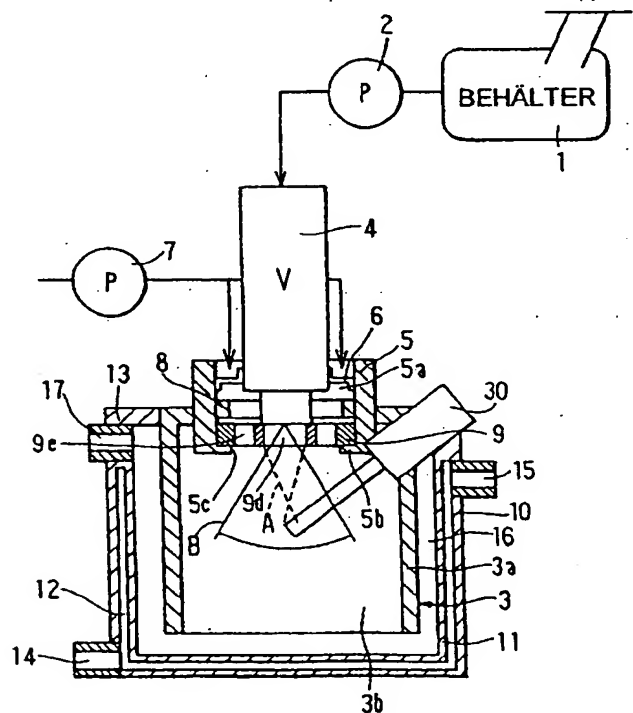
⑦② Erfinder:

Okada, Hiroshi, Kariya, Aichi, JP; Kawaguchi,  
Kiyoshi, Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verbrennungsvorrichtung

⑤⑦ Bei einer Verbrennungseinheit ist ein Kraftstoff-Aufprallelement (9) zwischen einem Kraftstoff-Einspritzventil (4) und einer Verbrennungskammer (3b) angeordnet. Das Kraftstoff-Aufprallelement ist so angeordnet, dass ein Teil des Kraftstoffs, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil aus eingespritzt wird, in die Verbrennungskammer eingeführt wird, wobei er mit dem Kraftstoff-Aufprallelement zusammentrifft, und der andere Teil des Kraftstoffs direkt in die Verbrennungskammer eingeführt wird, ohne mit dem Kraftstoff-Aufprallelement zusammenzutreffen. Somit wird der in die Verbrennungskammer eingeführte Kraftstoff zerstäubt, während er in die Verbrennungskammer in einem weiten Bereich eingeführt wird.



DE 100 07 164 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verbrennungsvorrichtung, die zur Verwendung als eine Heizeinheit beispielsweise zum Beheizen des Fahrgastraums eines Fahrzeugs oder zum Beheizen eines Fahrzeugbauteils geeignet ist.

Bei einer herkömmlichen Verbrennungsvorrichtung, die in JP-A-9-209 875 beschrieben ist, ist ein Kraftstoff-Aufprallraum in einer stromabwärtigen Position einer Einspritzdüse einer Kraftstoff-Einspritzeinheit vorgesehen, sind Düsenlöcher in Positionen vorgesehen, die dem Kraftstoff-Aufprallraum gegenseitig gegenüberstehen, und wird Kraftstoff, der von der Einspritzdüse aus eingespritzt wird, in den Kraftstoff-Aufprallraum von den Düsenlöchern aus eingeführt, um in dem Kraftstoff-Aufprallraum miteinander zusammenzutreffen.

Kraftstoff, der in dem Aufprallraum zusammentrifft bzw. aufgeprallt, wird dabei zerkleinert, um einen zerstäubten Zustand winziger Partikel zu erreichen. Der zerstäubte Kraftstoff breitet sich von dem Aufprallraum aus zu einer Verbrennungskammer hin aus und verbessert hierdurch die Wirkung der Verbrennung des Kraftstoffs in der Verbrennungskammer. Weil der Einspritzkraftstoff in den Kraftstoff-Aufprallraum miteinander zusammentrifft, um zerstäubt zu werden, ist eine Verzögerung der Zündzeit während des Zündens verhindert.

Jedoch schränkt bei der herkömmlichen Verbrennungsvorrichtung, weil der Kraftstoff-Aufprallraum an der stromabwärtigen Seite der Einspritzdüse vorgesehen ist, eine Wand zur Bildung bzw. Begrenzung des Kraftstoff-Aufprallraums die Strömung des Kraftstoffs von der Einspritzdüse aus zu der Verbrennungskammer hin ein. Daher kann der Kraftstoff nicht in dem gesamten Bereich in der Verbrennungskammer verteilt werden, und wird die Leistung der Verbrennung des Kraftstoffs während einer normalen Verbrennung unzureichend.

In Hinblick auf die vorstehend angegebenen Probleme ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Verbrennungskammer zu schaffen, bei der von einer Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingespritzter Kraftstoff leicht in eine Verbrennungskammer in einem großen Bereich eingeführt wird, wobei er ausreichend zerstäubt wird.

Gemäß der vorliegenden Erfindung weist eine Verbrennungsvorrichtung ein Verbrennungsgefäß zur Bildung einer Verbrennungskammer, eine Kraftstoff-Einspritzeinheit mit einer Einspritzöffnung zum Einspritzen von Kraftstoff, der in die Verbrennungskammer einzuführen ist, eine Luft-Zuführungseinheit zum Zuführen von Luft in die Verbrennungskammer, eine Zündeinheit zum Zünden eines zwischen Kraftstoff und Luft gemischten Gases in der Verbrennungskammer und eine Kraftstoff-Aufpralleinheit auf, die zwischen der Einspritzöffnung und der Verbrennungskammer angeordnet ist. Die Position der Kraftstoff-Aufpralleinheit ist so gewählt, dass ein Teil des Kraftstoffs, der von der Einspritzöffnung der Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingespritzt wird, mit der Kraftstoff-Aufpralleinheit zusammentrifft und der andere Teil des Kraftstoffs von dem Einspritzanschluss aus direkt zu der Verbrennungskammer hin eingeführt wird, wobei ein Zusammentreffen mit der Aufpralleinheit verhindert ist. Somit wird ein Teil des Kraftstoffs, der in die Verbrennungskammer eingeführt wird, durch den Aufprall des Kraftstoffs zerstäubt. Als eine Folge wird sogar dann, wenn die Temperatur der Verbrennungskammer niedrig ist (beispielsweise bei normaler Temperatur) zu der Zündzeit, weil der eine Teil des Kraftstoffs zerstäubt wird, die Durchführung der Vermischung zwischen Kraftstoff und Luft verbessert. Daher wird die Durchführung der Zündung des gemischten Gases verbessert, und wird die Zeit der

Zündverzögerung verkürzt. Andererseits kann, weil der andere Teil des Kraftstoffs in die Verbrennungskammer ohne Aufprall bzw. Zusammentreffen direkt eingeführt wird, Kraftstoff in einem weiten Bereich der Verbrennungskammer eingeführt werden, und ist die Durchführung der Verbrennung in der Verbrennungskammer verbessert.

Vorzugsweise wird, wenn Kraftstoff, der von der Einspritzöffnung der Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingeführt wird, durch eine Kraftstofföffnung eines Plattenbereichs der Kraftstoff-Aufpralleinheit hindurchtritt, ein Teil des Kraftstoffs in die Verbrennungskammer eingeführt, wobei er mit einem Randbereich zwischen einer Innenwand, die die Kraftstofföffnung bildet, und einer Fläche des Plattenbereichs an einer Seite der Verbrennungskammer zusammentrifft und der andere Teil des Kraftstoffs in die Verbrennungskammer durch die Kraftstofföffnung hindurch eingeführt wird, wobei ein Zusammentreffen mit dem Randbereich verhindert ist. Daher ist die Durchführung der Verteilung des Kraftstoffs in der Verbrennungskammer weiter verbessert, und ist die Zerstäubung des Kraftstoffs unter Verwendung einer Steuerungs- bzw. Lenkkraft des Randbereichs erleichtert.

Noch weiter bevorzugt weist die Verbrennungsvorrichtung ferner eine Feststellungseinheit zum Feststellen des Verbrennungszustandes des zwischen Kraftstoff von der Kraftstoff-Einspritzeinheit und Luft von der Luft-Zuführungseinheit gemischten Gases und eine Regelungseinheit zum Regeln des Arbeitszustandes der Kraftstoff-Einspritzeinheit entsprechend dem Verbrennungszustand auf, der mittels der Feststellungseinheit festgestellt wird. Ferner weist die Kraftstoff-Einspritzeinheit ein elektromagnetisches Ventil zum Einspritzen von flüssigem Kraftstoff mit einem Druck höher als ein vorbestimmter Druck auf, und regelt die Regelungseinheit die Frequenz der Kraftstoffeinspritzung des elektromagnetischen Ventils entsprechend dem Verbrennungszustand, der mittels der Feststellungseinheit festgestellt wird. Somit wird die Zerstäubung des Kraftstoffs in einem Fall wie der Zündzeit weiter verbessert, und wird die Durchführung der Vermischung zwischen Kraftstoff und Luft weiter verbessert.

Gemäß der vorliegenden Erfindung regelt die Regelungseinheit eine Schalteinheit für den Kraftstoffaufprall, um selektiv eine Aufprall-Betriebsart einzustellen, bei der Kraftstoff, der von der Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingespritzt wird, in die Verbrennungskammer eingeführt wird, wobei er mit einem Aufprallelement zusammentrifft bzw. auf diesem aufprallt, dies entsprechend der Temperatur innerhalb der Verbrennungskammer. Somit ist sogar dann, wenn die Temperatur der Verbrennungskammer niedrig ist, die Zerstäubung des Kraftstoffs verbessert. Andererseits wird, wenn die Temperatur der Verbrennungskammer hoch ist, Kraftstoff in die Verbrennungskammer in einem weiten Bereich eingeführt, und ist die Durchführung der Verteilung des Kraftstoffs verbessert.

Andererseits wird das Schalten zwischen der Aufprall-Betriebsart und der aufprallfreien Betriebsart entsprechend dem Druck der Luftzuführung von der Luft-Zuführungseinheit aus durchgeführt. Ferner regelt die Regelungseinheit die Schalteinheit für den Kraftstoffaufprall, um die Aufprall-Betriebsart einzustellen, wenn der Druck der Luft von der Luft-Zuführungseinheit niedriger als ein vorbestimmter Druck ist, und regelt die Regelungseinheit die Schalteinheit für den Kraftstoffaufprall, um die aufprallfreie Betriebsart einzustellen, wenn der Druck der Luft von der Luft-Zuführungseinheit höher als der vorbestimmte Druck ist. Somit ist die Durchführung der Verbrennung des Kraftstoffs in der Verbrennungskammer weiter verbessert.

Weitere Aufgaben und Merkmale der vorliegenden Erfindung

derung sind leichter und deutlicher aus der nachfolgenden Detailbeschreibung bevorzugter Ausführungsformen bei gleichzeitiger Betrachtung der beigelegten Zeichnungen ersichtlich, in denen zeigen:

**Fig. 1** einen vertikalen Teilschnitt mit der Darstellung einer Verbrennungsvorrichtung gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 2** eine vergrößerte Ansicht mit der Darstellung des Kraftstoff-Aufprallelements der Verbrennungsvorrichtung von **Fig. 1**;

**Fig. 3** ein Kennliniendiagramm mit der Darstellung der Wirkung des Kraftstoffs gemäß der ersten Ausführungsform;

**Fig. 4** ein Blockdiagramm einer Regelungseinheit (ECU) für die Verbrennung gemäß der ersten Ausführungsform;

**Fig. 5** grafische Schaubilder mit der Darstellung der zeitlichen Arbeiten der Kraftstoffpumpe, der Luftpumpe, des Kraftstoff-Einspritzventils und der Zündkerze, nachdem der Betriebsschalter für die Verbrennung eingeschaltet worden ist, gemäß der ersten Ausführungsform;

**Fig. 6** einen Schnitt mit der Darstellung des Kraftstoff-Einspritzventils gemäß der ersten Ausführungsform;

**Fig. 7** einen vertikalen Teilschnitt mit der Darstellung einer Verbrennungsvorrichtung gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 8** eine perspektivische Ansicht des Kraftstoff-Aufprallelements gemäß der zweiten Ausführungsform;

**Fig. 9** einen Schnitt zur Erläuterung des Vorgangs der Kraftstoffeinspritzung von dem Kraftstoff-Einspritzventil aus gemäß der zweiten Ausführungsform;

**Fig. 10** einen Schnitt zur Erläuterung eines weiteren Vorgangs der Kraftstoffeinspritzung von dem Kraftstoff-Einspritzventil aus gemäß der zweiten Ausführungsform;

**Fig. 11** einen vertikalen Teilschnitt mit der Darstellung einer Verbrennungsvorrichtung gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 12** einen vertikalen Teilschnitt mit der Darstellung einer Verbrennungsvorrichtung gemäß einer vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 13A** einen Schnitt mit der Darstellung des Ventilbereichs des Ventilelements von **Fig. 12**;

**Fig. 13B** eine Ansicht von unten zu **Fig. 13A**;

**Fig. 13C** eine Seitenansicht zu **Fig. 13A**;

**Fig. 14** einen Schnitt zur Erläuterung des Vorgangs der Kraftstoffeinspritzung von dem Kraftstoff-Einspritzventil aus gemäß der vierten Ausführungsform;

**Fig. 15** einen Schnitt zur Erläuterung eines weiteren Vorgangs der Kraftstoffeinspritzung von dem Kraftstoff-Einspritzventil aus gemäß der vierten Ausführungsform;

**Fig. 16** einen vertikalen Teilschnitt mit der Darstellung einer Verbrennungsvorrichtung gemäß einer fünften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 17A** eine Draufsicht mit der Darstellung des Kraftstoff-Aufprallelements gemäß der fünften Ausführungsform;

**Fig. 17B** einen Querschnitt entlang der Linie XVIIIB-XVIIIB in **Fig. 17A**;

**Fig. 18** Schaubilder mit der Darstellung der zeitlichen Arbeiten der Luftpumpe, der Zündkerze, der Kraftstoffpumpe, des Lastverhältnisses des Kraftstoff-Einspritzventils und des Öffnens/Schließens des Kraftstoff-Einspritzventils, nachdem der Betriebsschalter für die Verbrennung eingeschaltet worden ist, gemäß der fünften Ausführungsform;

**Fig. 19** ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs der Regelungseinheit (ECU) für die Verbrennung der Verbrennungsvorrichtung gemäß der fünften Ausführungsform;

**Fig. 20** ein Kennliniendiagramm mit der Darstellung der

Beziehung zwischen dem Volumenverhältnis des zerstäubten Kraftstoffs und des gesamten Einspritzkraftstoff und der Frequenz der Kraftstoffeinspritzung des Kraftstoff-Einspritzventils gemäß der fünften Ausführungsform;

**Fig. 21A** eine schematische Ansicht mit der Darstellung eines Kraftstoff-Einspritzzustands bei einer Hochfrequenz-Kraftstoff-Einspritzung;

**Fig. 21B** eine schematische Ansicht mit der Darstellung eines Kraftstoff-Einspritzzustands bei einer Niederfrequenz-Kraftstoff-Einspritzung gemäß der fünften Ausführungsform;

**Fig. 22** ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs der Regelungseinheit für die Verbrennung der Verbrennungsvorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform;

**Fig. 23** einen vertikalen Teilschnitt mit der Darstellung einer Verbrennungsvorrichtung gemäß einer siebten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 24** ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs der von Regelungseinheit für die Verbrennung der Verbrennungsvorrichtung gemäß der siebten Ausführungsform;

**Fig. 25** einen vertikalen Teilschnitt mit der Darstellung einer Verbrennungsvorrichtung gemäß einer achten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 26** ein Fließdiagramm mit der Darstellung eines Regelungsbetriebs der Regelungseinheit für die Verbrennung einer Verbrennungsvorrichtung gemäß einer neunten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

**Fig. 27** Schaubilder mit der Darstellung der zeitlichen Arbeiten der Kraftstoffpumpe, der Luftpumpe, der Zündkerze, der Kraftstoff-Einspritzfrequenz des Kraftstoff-Einspritzventils, des Lastverhältnisses des Kraftstoff-Einspritzventils und des Öffnens/Schließens des Kraftstoff-Einspritzventils, nachdem der Betriebsschalter für die Verbrennung eingeschaltet worden ist, gemäß der neunten Ausführungsform.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen beschrieben.

Eine erste bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf **Fig. 1-6** beschrieben. Wie in **Fig. 1** dargestellt ist, weist eine Verbrennungsvorrichtung einen Kraftstoffbehälter **1** zur Aufnahme von Kraftstoff (beispielsweise von Leichtöl), eine Kraftstoffpumpe **2**, die durch elektrische Energie angetrieben ist, zum Pumpen von Kraftstoff von dem Kraftstoffbehälter **1** aus zu einem stromabwärtigen Kraftstoffkanal hin, ein zylindrisches Verbrennungsgefäß **3** und ein elektromagnetisches Kraftstoff-Einspritzventil **4** auf, das in einem zylindrischen Bereich **5** angeordnet ist. Der zylindrische Bereich **5** ist an einem seitlichen Ende einer Außenwand **3a** des Verbrennungsgefäßes **3** in axialer Richtung befestigt.

Das Kraftstoff-Einspritzventil **4** ist in einer Luft-Einführungsöffnung **5a** innenseitig des zylindrischen Bereichs **5** unter Verwendung von mehreren Streben **6** so befestigt, dass das Kraftstoff-Einspritzventil **4** und der zylindrische Bereich **5** koaxial angeordnet sind. Luft zum Verbrennen von Kraftstoff wird in die Luft-Einführungsöffnung **5a** von einer Luftpumpe **7** aus eingeführt, die elektrisch angetrieben wird. In **Fig. 1** ist eine Leitungsstruktur zum Verbinden der Luftpumpe **7** und der Luft-Einführungsöffnung **5a** nicht angegeben. Jedoch sind tatsächlich die Luftpumpe **7** und die Luft-Einführungsöffnung **5a** über eine Verbindungsleitung verbunden.

Ein ringförmiges Drossелеlement **8** ist in dem zylindrischen Bereich **5** angeordnet, um die obere Stirnseite des Kraftstoff-Einspritzventils **4** an der stromaufwärtigen Seite einer Kraftstoff-Einspritzposition zu umschließen. Ein

Kraftstoff-Aufprallelement 9 ist an einem kreisförmigen Flanschbereich 5b des zylindrischen Bereichs 5 derart angeordnet, dass es zwischen der Kraftstoff-Einspritzseite des Kraftstoff-Einspritzventils 4 und einer Verbrennungskammer 3b des Verbrennungsgefäßes 3 angeordnet ist. Beispielsweise ist das Kraftstoff-Aufprallelement 9 an dem zylindrischen Bereich 5 über eine Schraube (nicht dargestellt) befestigt. Ferner ist, wie in Fig. 1 dargestellt ist, ein Öffnungsbereich 5c in dem zylindrischen Bereich 5 ausgebildet.

Fig. 2 ist eine vergrößerte Ansicht mit der Darstellung der Anordnungsposition des Kraftstoff-Aufprallelements 9 in Hinblick auf das Kraftstoff-Einspritzventil 4. Das Kraftstoff-Aufprallelement 9 weist einen Plattenbereich 9c mit einer ersten Fläche, die der Kraftstoff-Einspritzseite des Kraftstoff-Einspritzventils 4 gegenüberliegt, und mit einer zweiten Fläche auf, die der Verbrennungskammer 3b gegenüberliegt. In dem Plattenbereich 9c sind ein Kraftstoff-Strömungsloch (Kraftstofföffnung) 9d, durch das hindurch Kraftstoff strömt, und mehrere Luft-Strömungslöcher (Luftöffnung) 9e ausgebildet, durch die hindurch Luft strömt. Die mehreren Luft-Strömungslöcher 9e sind in dem Plattenelement 9 rund um das Kraftstoff-Strömungsloch 9d herum vorgesehen. Das Kraftstoff-Strömungsloch 9d des Kraftstoff-Aufprallelements 9 ist in Hinblick darauf vorgesehen, einer Einspritzdüse des Kraftstoff-Einspritzventils 4 zu entsprechen, und das Luft-Strömungsloch 9e ist in Hinblick darauf vorgesehen, der Luft-Einführungsöffnung 5a zu entsprechen.

Bei der ersten Ausführungsform sind vier Einspritzöffnungen 27 (Fig. 6) in dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 vorgesehen. Weiter ist der Durchmesser jeder Einspritzöffnung 27 auf 0,15 mm eingestellt, und ist der Einspritzwinkel  $\alpha$  des Kraftstoffs auf 66° eingestellt. Ferner ist der in Fig. 2 mit "x" gekennzeichnete Abstand zwischen dem oberen Ende des Kraftstoff-Einspritzventils 4 und der Einspritzöffnung 27 in der axialen Richtung auf 0,3 mm eingestellt. Der Durchmesser des Plattenbereichs 9c des Kraftstoff-Aufprallelements 9 misst 16 mm, der Durchmesser des Kraftstoff-Strömungslochs 9d misst 5 mm, und der Abstand zwischen der ersten und der zweiten Fläche 9a, 9b (d. h. die Dicke "y" des Plattenbereichs 9c) misst 4,5 mm. Ferner besitzt der Plattenbereich 9c einen Stufenbereich 9g zum Abstützen des Kraftstoff-Einspritzventils 4. Die Wanddicke (d. h. die Dicke "Z" in Fig. 2) des Plattenbereichs 9c an dem Stufenbereich 9g misst 3,55 mm.

An der Grenze zwischen der Innenwand zur Ausbildung bzw. Begrenzung des Kraftstoff-Strömungslochs 9d des Kraftstoff-Aufprallelements 9 und dem Plattenbereich 9c sind Ränder an der ersten und der zweiten Seitenfläche 9a, 9b ausgebildet. Bei der ersten Ausführungsform ist die Verbrennungsvorrichtung so angeordnet, dass ein Teil des Kraftstoffs, der von den Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, auf einem Randbereich 9f an der zweiten Seitenfläche 9b aufprallt bzw. mit diesem zusammentrifft.

D. h., bei der ersten Ausführungsform ist die Relativposition zwischen dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 und dem Kraftstoff-Aufprallelement 9 in einer solchen Weise eingestellt bzw. gewählt, dass ein Teil des Kraftstoffs, der von den vier Einspritzöffnungen 27 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 aus eingespritzt wird, auf dem Randbereich 9f aufprallt bzw. mit diesem zusammentrifft, wie in Fig. 2 dargestellt ist, und der andere Teil des Kraftstoffs, der von den vier Einspritzöffnungen 27 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 eingespritzt wird, direkt in die Verbrennungskammer 3b eingeführt wird, ohne auf dem Randbereich 9f aufzuprallen bzw. mit diesem zusammenzutreffen. Die Kraftstoffeinspritzung mit dem Aufprallvorgang und mit dem aufprallfreien Vorgang wird

sowohl in der Zündzeit der Verbrennungsvorrichtung als auch bei einer normalen Verbrennung der Verbrennungsvorrichtung durchgeführt.

Wie in Fig. 1 dargestellt ist, ist ein Wasser-Umlaufkanal 12 zwischen einem zylindrischen äußeren Gehäuse 10 und einem zylindrischen inneren Gehäuse 11 vorgesehen, das innenseitig des äußeren Gehäuses 10 angeordnet ist. Die Gehäuse 10, 11 sind an dem Verbrennungsgefäß 3 über einen Ringflansch 13 befestigt. Der Wasser-Umlaufkanal 12 steht mit einem Einlass 14 und einem Auslass 15 in Verbindung, die in dem äußeren Gehäuse 10 vorgesehen sind. Beispielsweise sind der Einlass 14 und der Auslass 15 mit einem Heizkern einer Fahrzeug-Klimaanlage verbunden, so dass Wasser in dem Wasser-Umlaufkanal 12 in den Heizkern eingeführt wird.

Andererseits ist ein Verbrennungsgas-Kanal 16 zwischen dem Verbrennungsgefäß 3 und dem inneren Gehäuse 11 vorgesehen, und stellt dieser eine Verbindung mit einem Abgasauslass 17 her, der in den Gehäusen 10, 11 vorgesehen ist.

Als nächstes wird die Struktur des Kraftstoff-Einspritzventils 4 unter Bezugnahme auf Fig. 6 beschrieben. Wie in Fig. 6 dargestellt ist, weist das Kraftstoff-Einspritzventil 4 metallische Ventülgeläuse 18, 19 auf die je zu einer etwa zylindrischen Form ausgebildet sind. Ein Kraftstoffeinlass 20, in den von der Kraftstoff-Pumpe 2 aus gepumpter Kraftstoff einströmt, ist an einem Ende des Gehäuses 18 ausgebildet. Ein Kraftstofffilter 21 ist in dem Kraftstoffeinlass 20 angeordnet, und ein Kraftstoffkanal 22 ist an der stromabwärtigen Seite des Filters 21 vorgesehen. Eine Schraubenfeder 23 ist an dem stromabwärtigen oberen Endbereich des Kraftstoffkanals 22 vorgesehen. Die Schraubenfeder 23 ist ein elastisches Element zum Drücken eines zylindrischen Plungers 24 in der Ventil-Schließrichtung (d. h. zu der unteren Seite in Fig. 6) eines Nadelventils 25. Der Plunger 24 ist aus einem magnetischen Material hergestellt. Wenn elektrische Energie einer elektromagnetischen Spule 26 zugeführt wird, wird der Plunger 24 in der Ventil-Schließrichtung (d. h. in Richtung zu der oberen Seite in Fig. 6) des Nadelventils 25 durch die elektromagnetische Kraft der elektromagnetischen Spule 26 verschoben, wobei der Federkraft der Schraubenfeder 23 entgegen gewirkt wird.

Weil ein Ende des Nadelventils 25 einstückig mit dem Plunger 24 verbunden ist, werden das Nadelventil 25 und der Plunger 24 zusammen in der Richtung von oben nach unten bzw. von unten nach oben in Fig. 6 verschoben. Der Kraftstoffkanal 22 steht stets mit einem Kraftstoffkanal 29 rund um einen im Durchmesser kleinen Bereich 25a des Nadelventils 25 über innere Seitenräume der Schraubenfeder 23 und des Plungers 24 und über die äußere Umfangsseite des oberen Endbereichs des Nadelventils 25 in Verbindung. Eine Verbindungsöffnung zwischen dem Kraftstoffkanal 29 und der Einspritzöffnung 27 wird mittels eines konischen Ventülbereichs 25b geöffnet und geschlossen, der an dem anderen Ende (d. h. an dem unteren Ende) des Nadelventils 25 vorgesehen ist.

Eine Zündkerze 30 zur Erzeugung von Funken ist an dem Verbrennungsgefäß 3 so befestigt, dass der Elektrodenbereich der Zündkerze 30 innerhalb der Verbrennungskammer 3b freigelegt ist. Daher wird aus Kraftstoff und Luft gemischtes Gas in der Verbrennungskammer 3b durch die Funken gezündet, die in dem Elektrodenbereich der Zündkerze 30 erzeugt werden.

Fig. 4 zeigt den Regelungsbetrieb einer Regelungseinheit (ECU) 32 für die Verbrennung. Beispielsweise besteht die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung aus einem Mikrocomputer und Schaltkreisen rund um den Mikrocomputer. Die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung führt eine elektrische Regelung elektrischer Bauteile, die in Fig. 1 dar-

gestellt sind, durch, indem vorbestimmte Berechnungen betreffend Eingangs- bzw. Eingabesignale auf der Grundlage eines voreingestellten Programms durchgeführt werden. Die elektrischen Bauteile der Verbrennungsvorrichtung umfassen die Kraftstoffpumpe 2, die Luftpumpe 7, die elektromagnetische Spule 26 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 und die Zündkerze 30. Signale von einer Betriebsschaltergruppe 33, beispielsweise von einem Betriebsschalter 33a für die Verbrennung, der durch einen Benutzer betätigt wird, werden an der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung eingegeben.

Fig. 5 zeigt den zeitlichen Verlauf von Regelungsvorgängen der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung. Zu der Zeitposition (0), die auf der horizontalen Achse in Fig. 5 angegeben ist, wird der Betriebsschalter 33a für die Verbrennung eingeschaltet, und beginnt der Verbrennungsbetrieb der Verbrennungsvorrichtung. Nachdem der Betriebsschalter 33a für die Verbrennung eingeschaltet worden ist, wird elektrische Energie der Kraftstoffpumpe 2 und der Luftpumpe 7 zugeführt, so dass die Kraftstoff-Pumpe 2 und die Luftpumpe 7 zu arbeiten beginnen. Von der Startzeit der Kraftstoffpumpe 2 ausgehend läuft die Kraftstoffpumpe 2 mit einer vorbestimmten Drehzahl um. Weil die Kraftstoff-Pumpe 2 mit der vorbestimmten Drehzahl umläuft, wird der Kraftstoff in dem Kraftstoffbehälter 1 unter Druck gesetzt, damit er einen vorbestimmten Druck aufweist.

Andererseits wird die elektrische Spannung, die an dem Motor der Luftpumpe 7 angelegt ist, allmählich erhöht, nachdem die Luftpumpe 7 gestartet ist. Daher wird die Drehzahl der Luftpumpe 7 allmählich erhöht, und wird die Luftmenge, die der Verbrennungskammer 3b zugeführt wird, ebenfalls allmählich vergrößert. Somit wird zu der Startzeit der Verbrennung verhindert, dass die Flamme durch die Zuführungsluft ausgeblasen wird. Die Drehzahl der Luftpumpe 7 wird auf eine vorbestimmte Drehzahl erhöht, nachdem eine vorbestimmte Zeit  $t_2$  verstrichen ist, und zwar durch eine Zeitgeberfunktion der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung.

Andererseits werden Betriebssignale zur Veränderung des Verhältnisses (d. h. des Betriebsverhältnisses) zwischen der Zeit des in Betrieb Stehens und der Zeit des außer Betrieb Stehens von der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung aus an der elektromagnetischen Spule 26 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 eingegeben. Beispielsweise werden die Betriebssignale so geregelt, dass Kraftstoff mit einer vorbestimmten kleinen Kraftstoffmenge zu der Startzeit der Verbrennung (Zündzeit) eingespritzt wird und die Kraftstoff-Einspritzmenge nach der Zündung des Kraftstoffs allmählich vergrößert wird.

Weiter werden Zündsignale von der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung aus an der Zündkerze 30 während einer vorbestimmten Zeit  $t_3$  eingegeben, so dass Funken an dem Elektrodenbereich der Zündkerze 30 nur während der vorbestimmten Zeit  $t_3$  erzeugt werden. Nachdem die Verbrennung des aus Kraftstoff und Luft gemischten Gases gestartet worden ist, wird die Verbrennung mittels der Verbrennungswärme kontinuierlich durchgeführt. Daher wird das Zündsignal für die Zündkerze 30 nur während der vorbestimmten Zeit  $t_3$  erzeugt. Bei der ersten Ausführungsform wird die Kraftstoff-Zuführungsmenge durch das Betriebssignal für die elektromagnetische Spule 26 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 eingestellt, und wird die Luft-Zuführungsmenge durch Einstellen der Drehzahl der Luftpumpe 7 eingestellt. Daher ist es möglich, die Größe der Verbrennung der Verbrennungsvorrichtung einzustellen.

Entsprechend der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird, wie in Fig. 1, 2 dargestellt ist, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 eingespritzte Kraftstoff in die Verbrennungskammer 3b nach dem Hindurchtritt durch

das Kraftstoff-Strömungsloch 9d des Kraftstoff-Aufprallelements 9 eingeführt. Andererseits wird die von der Luftpumpe 7 gepumpte Luft in die Verbrennungskammer 3b durch den Luft-Einführungsbereich 5a hindurch, der rund um das Kraftstoff-Einspritzventil 4 ausgebildet ist, durch die Innenseite des Drosselements 8 und durch das Luft-Strömungsloch 9e des Kraftstoff-Aufprallelements 9 hindurch eingeführt.

Bei der ersten Ausführungsform sind das Kraftstoff-Aufprallelement 9 und das Kraftstoff-Einspritzventil 4 so angeordnet, dass ein Teil des von den Einspritzöffnungen 27 aus eingespritzten Kraftstoffs auf dem Randbereich 9f des Kraftstoff-Strömungslochs 9d des Kraftstoff-Aufprallelements 9 aufprallt bzw. mit diesem zusammentrifft und der andere Teil des von den Einspritzöffnungen 27 aus eingespritzten Kraftstoffs direkt in die Verbrennungskammer 3b eingeführt wird, ohne auf dem Randbereich 9f aufzuprallen bzw. mit diesem zusammenzutreffen. In Fig. 1 bezeichnet "A" die Örtlichkeit des Aufprallkraftstoffs nach dem Aufprall. Weil der Kraftstoff, der auf dem Randbereich 9f aufprallt, durch die Aufprallenergie zerstäubt wird, wird der zerstäubte Kraftstoff leicht vergast, dies sogar dann, wenn die Verbrennungskammer 3b auf eine normale Temperatur zu der Startzeit der Verbrennung gekühlt ist, und leicht mit Luft vermischt. Das gemischte Gas wird somit sofort in der Verbrennungskammer 3b durch die Funken der Zündkerze 30 leicht gezündet, und eine Verzögerung der Zündung ist verhindert.

Ferner wird bei der ersten Ausführungsform, weil der Innendurchmesser des Drosselements 8 kleiner als der Durchmesser der Luft-Einführungsöffnung 5a eingestellt ist, die Luft, die durch die Innenseite des Drosselements 8 hindurchtritt, gestört bzw. verwirbelt. Daher kühlt die Luft, die rund um das Kraftstoff-Einspritzventil 4 herum durchtritt, das Kraftstoff-Einspritzventil 4, und ist die Durchführung der Wärmeübertragung der Luft verbessert. Als eine Folge wird sogar dann, wenn Wärme von der Verbrennungskammer 3b aus an das Kraftstoff-Einspritzventil 4 übertragen wird, das Kraftstoff-Einspritzventil 4 wirksam durch Luft gekühlt.

Fig. 3 zeigt die Beziehung zwischen dem mittleren Durchmesser des Kraftstoffs und dem Kraftstoffaufprall bezogen auf eine Veränderung der Kraftstoff-Strömungsmenge, die von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, wenn der Druck des Kraftstoffs, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, auf 250 kPa eingestellt ist und die Einspritzfrequenz des Kraftstoff-Einspritzventils 4 auf 80 Hz eingestellt ist. Wie in Fig. 3 dargestellt ist, ist bei der ersten Ausführungsform, weil das Aufprallelement 9 so vorgesehen ist, dass der Einspritzkraftstoff auf dem Aufprallelement 9 aufprallt bzw. mit diesem zusammentrifft, der mittlere Durchmesser des Kraftstoffs auf einem etwa konstanten winzigen Wert ohne Rücksicht auf die Veränderung der Menge des eingespritzten Menge des flüssigen Kraftstoffs gehalten. Jedoch ist bei einem Vergleichsbeispiel ohne das Aufprallelement 9 der mittlere Durchmesser des Einspritzkraftstoffs nicht ausreichend klein bzw. winzig, und wird er mit der eingespritzten Menge der Kraftstoffströmung verändert.

Andererseits wird während einer normalen Verbrennung, nachdem eine vorbestimmte Zeit nach dem Start der Verbrennung mit der Zündung des gemischten Gases verstrichen ist, wenn der Kraftstoff ungleichmäßig in der Verbrennungskammer 3b verteilt wird, der Kraftstoff nicht ausreichend mit Luft gemischt, und wird die Durchführung der Verbrennung des gemischten Gases beeinträchtigt. Jedoch wird gemäß der ersten Ausführungsform ein Teil des Kraftstoffs, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus einge-



spritzt wird, in die Verbrennungskammer 3b durch das Kraftstoff-Strömungsloch 9d des Aufprallelements 9 hindurch direkt eingeführt, ohne durch das Aufprallelement 9 beeinträchtigt bzw. beeinflusst zu werden. In Fig. 2 bezeichnet "B" die Örtlichkeit des Kraftstoffs, der nicht auf dem Randbereich 9f des Aufprallelements 9 aufprallt. Daher wird der Kraftstoff, der in die Verbrennungskammer 3b direkt eingeführt wird, innerhalb der Verbrennungskammer 3b gleichmäßig verteilt. Somit wird die Durchführung des Vermischens von Kraftstoff und Luft verbessert, wird die Durchführung der Verbrennung des gemischten Gases verbessert, und wird die in dem Abgas enthaltene gefährliche Substanz reduziert bzw. verringert.

Nachfolgend wird eine zweite bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 7-10 beschrieben. Bei der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Aufprall-Betriebsart, bei der der Kraftstoff, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, auf das Aufprallelement 9 aufprallt, oder die aufprallfreie Betriebsart, bei der der Kraftstoff, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, auf das Aufprallelement 9 nicht aufprallt, entsprechend der Temperatur innerhalb der Verbrennungskammer 3b eingestellt. Bei der zweiten Ausführungsform sind Bauteile, die ähnlich solchen bei der ersten Ausführungsform bzw. gleich diesen sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und ist auf deren Erläuterung verzichtet.

Bei der zweiten Ausführungsform sind, wie in Fig. 8 dargestellt ist, vier Schenkelbereiche 90 einstückig mit dem Plattenbereich 9c des Kraftstoff-Aufprallelements 9 unter Einhaltung eines vorbestimmten Abstands zwischen zwei benachbarten Schenkelbereichen ausgebildet. Jeder der vier Schenkelbereiche 90 weist einen Lochbereich 90a in einer dem Flanschbereich 9b entsprechenden Position auf, der innerhalb des zylindrischen Bereichs 5 vorgesehen ist. Daher sind die Schenkelbereiche 90 des Kraftstoff-Aufprallelements 9 an dem Flanschbereich 5b des zylindrischen Bereichs 5 durch Einschrauben von Schrauben 40 in die Lochbereiche 90a befestigt, wie in Fig. 8, 9 dargestellt ist.

Das Kraftstoff-Aufprallelement 9 ist aus Aluminium mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten von  $31 \cdot 10^{-6}/k$  hergestellt. Ferner ist der zylindrische Bereich 5 aus einem Nickel-Chrom-Stahl mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten von  $12 \cdot 10^{-6}/k$  hergestellt. Somit wird, wenn die Temperatur innerhalb der Verbrennungskammer 3b 500°C misst, der Schenkelbereich 90 des Kraftstoff-Aufprallelements 9 um etwa 0,2 mm thermisch vergrößert, wird der Plattenbereich 9c um etwa 0,2 mm thermisch vergrößert, und kommt daher das Kraftstoff-Aufprallelement 9 der Kraftstoff-Einspritzseite des Kraftstoff-Einspritzventils 4 nahe.

Bei der zweiten Ausführungsform wird das Verbrennungsgas innerhalb der Verbrennungskammer 3b der äußeren Seite durch den Abgasauslass 17, der sich von demjenigen der ersten Ausführungsform unterscheidet, zugeführt. Ferner ist die Verbrennungskammer 3b durch ein Abdeckelement 70 des Verbrennungsgefäßes 3 verschlossen. Andererseits ist bei der zweiten Ausführungsform ein Drosselbereich 5d, der dem Drosselbereich 8 der ersten Ausführungsform entspricht, in dem zylindrischen Bereich 5 vorgesehen.

Als nächstes wird die Arbeitsweise der Verbrennungsvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform beschrieben. Wenn die Temperatur innerhalb der Verbrennungskammer 3b die normale Temperatur ist, beispielsweise zu der Seite des Zündens des aus Kraftstoff und Luft gemischten Gases, wird der Abstand zwischen dem Plattenbereich 9c des Kraftstoff-Aufprallelements 9 und der Kraftstoff-Einspritzseite (den Kraftstoff-Einspritzlöchern) des Kraftstoff-Einspritzventils 4 größer. Als eine Folge prallt der gesamte

Kraftstoff, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, auf der Innenwand zur Bildung bzw. Begrenzung des Kraftstofflochs 9d des Kraftstoff-Aufprallelements 9 auf, und wird dieser gesamte Kraftstoff danach in die Verbrennungskammer 3b eingeführt. Daher wird der Kraftstoff, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, ausreichend zerstäubt, wird die Vergasung des Einspritzkraftstoffs sogar bei der normalen Temperatur erleichtert, und wird die Durchführung der Vermischung zwischen dem Einspritzkraftstoff und der Luft verbessert.

Andererseits wird mit der Verbrennung des Kraftstoffs innerhalb der Verbrennungskammer 3b Verbrennungsluft an das Kraftstoff-Aufprallelement 9 übertragen. Wenn die Temperatur der Verbrennungskammer 3b auf etwa 500°C erhöht wird, werden die vier Schenkelbereiche 90 und der Plattenbereich 9c auf der Grundlage des Wärmeausdehnungskoeffizienten thermisch vergrößert, der sich von demjenigen des Kraftstoff-Aufprallelements 9 und des zylindrischen Bereichs 5 unterscheidet. Weil die Schenkelbereiche 90 des Kraftstoff-Aufprallelements 9 etwa um 0,2 mm thermisch vergrößert werden und weil der Plattenbereich 9c etwa um 0,2 mm thermisch vergrößert wird, kommt das Kraftstoff-Aufprallelement 9 der Kraftstoff-Einspritzseite des Kraftstoff-Einspritzventils 4 nahe. Durch den Vorgang der thermischen Vergrößerung des Kraftstoff-Aufprallelements 9 prallt der Kraftstoff, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, auf der inneren Wand, die das Kraftstoff-Strömungsloch 9d des Kraftstoff-Aufprallelements bildet bzw. begrenzt, nicht auf, und wird dieser Kraftstoff direkt in die Verbrennungskammer 3b in einem weiten Bereich eingeführt, wie mittels der Örtlichkeit "B" des Kraftstoffs in Fig. 10 dargestellt ist. Daher wird der Kraftstoff, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, gleichmäßig in die Verbrennungskammer 3b verteilt, und ist die Durchführung des Mischens von Kraftstoff und Luft verbessert.

Gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden auf der Grundlage des Grades der thermischen Vergrößerung des Kraftstoff-Aufprallelements 9 in Folge der Veränderung der Temperatur der Verbrennungskammer 3b die Aufprall-Betriebsart, bei der der Einspritzkraftstoff in die Verbrennungskammer 3b mit einem Aufprall eingeführt wird, und die aufprallfreie Betriebsart, bei der der Einspritzkraftstoff direkt in die Verbrennungskammer 3b ohne Aufprall eingeführt wird, selektiv geschaltet.

Somit wird bei der zweiten Ausführungsform während der normalen Verbrennung der Verbrennungsvorrichtung der gesamte Kraftstoff, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, direkt in die Verbrennungskammer 3b eingeführt, ohne auf den Kraftstoff-Aufprallbereich 9 aufzutreffen. Daher kann der Einspritzkraftstoff bei einem Vergleich mit der ersten Ausführungsform in einem weiteren Bereich innerhalb der Verbrennungskammer 3b eingeführt werden.

Ferner ist bei der zweiten Ausführungsform die Zündkerze 30 an dem Verbrennungsgefäß 3 so befestigt, dass der Einspritzkraftstoff den Elektrodenbereich der Zündkerze 30 bei einer Betriebsart von Aufprall-Betriebsart und aufprallfreier Betriebsart berührt.

Nachfolgend wird eine dritte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 11 beschrieben. Fig. 11 zeigt eine Verbrennungsvorrichtung der dritten Ausführungsform. Bei der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform ist das gesamte Kraftstoff-Aufprallelement 9 einschließlich des Plattenbereichs 9c aus Aluminium hergestellt. Jedoch sind bei der dritten Ausführungsform nur die Schenkelbereiche 90 aus Aluminium hergestellt, und ist der Plattenbereich 9c des

Kraftstoff-Aufprallelement 9 aus Nickel-Chrom-Stahl hergestellt, dies in gleicher Weise wie der zylindrische Bereich 5. Der Plattenbereich 9c ist an den Schenkelbereichen 90 angeordnet, und der Abstand zwischen der Kraftstoff-Einspritzseite des Kraftstoff-Einspritzventils 4 und dem Plattenbereich 9c ist durch eine Schraubenfeder 41 eingestellt, die zwischen dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 und dem Plattenbereich 9c angeordnet ist. Daher wird, wenn der Plattenbereich 9c nahe zu der Kraftstoff-Einspritzseite des Kraftstoff-Einspritzventils 4 durch die thermische Ausdehnung der Schenkelbereiche 90 kommt, die Schraubenfeder 41 zusammengedrückt. Bei der dritten Ausführungsform sind die anderen Bereiche gleich bzw. ähnlich denjenigen bei der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform, und ist die Arbeitsweise ebenfalls gleich bzw. ähnlich denjenigen bei der zweiten Ausführungsform, und auf ihre Erläuterung ist daher verzichtet.

Nachfolgend wird eine vierte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 12-15 beschrieben. Bei der ersten Ausführungsform wird zum selektiven Schalten der Aufprall-Betriebsart und der aufprallfreien Betriebsart für den Kraftstoff, der von den Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, Druckluft verwendet.

Bei der vierten Ausführungsform ist an der Kraftstoff-Einspritzseite des Kraftstoff-Einspritzventils 4 ein Ventilelement 56 vorgesehen. Wie in Fig. 12, 13A-13C dargestellt ist, weist das Ventilelement 56 eine Schraubenfeder 53 und einen Ventilbereich 52 mit einer Öffnung 50, durch die hindurch Einspritzkraftstoff hindurchtritt, und vier Öffnungen 51 auf, durch die hindurch Luft von der Luftpumpe 7 hindurchtritt.

Insbesondere ist, wie in Fig. 12 dargestellt ist, ein Gehäuse 60 an der Kraftstoff-Einspritzseite des Kraftstoff-Einspritzventils 4 angeordnet, um eine Luft-Einführungskammer 71 zu bilden. Das Gehäuse 60 ist an dem Abdeckbereich 70 des Verbrennungsgefäßes 3 angebracht bzw. befestigt. Eine Luftleitung 61 ist mit dem Gehäuse 60 so verbunden, dass die Axiallinie der Luftleitung 61 die Axiallinie des Kraftstoff-Einspritzventils 4 kreuzt.

Wie in Fig. 13A, 13B, 13C dargestellt ist, sind die vier Öffnungen 51 in der unteren Fläche des Ventilbereichs 52 des Ventilelements 56 vorgesehen. Jedes eine Ende der vier Öffnungen 51 steht mit der Öffnung 50 in Verbindung, durch die hindurch Einspritzkraftstoff hindurchtritt, die anderen Enden derselben stehen mit Aussparungsbereichen 54 in Verbindung. Daher stehen die Öffnungen 51 mit der Luft-Einführungskammer 71 des Gehäuses 60 über die Aussparungsbereiche 54 in Verbindung. Weiter ist ein kreisförmiger Flanschbereich 55 an einer Fläche des Ventilbereichs 52 des Ventilelements 56 vorgesehen. Die innere Endfläche des Flanschbereichs 55 berührt die äußere Umfangsseite des Kraftstoff-Einspritzventils 4.

Wie in Fig. 12 dargestellt ist, wird die Federkraft einer Schraubenfeder 53 in einer Richtung zur Einwirkung gebracht, in der der Ventilbereich 52 des Ventilelements 56 einen kreisförmigen Flanschbereich 60a rund um eine Öffnung 62 des Gehäuses 60 drückt.

Als nächstes wird die Arbeitsweise der Verbrennungsvorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform beschrieben. Bei der vierten Ausführungsform wird Luft, die von der Luftpumpe 7 gepumpt wird, zuerst in die Luft-Einführungskammer 71 eingeführt und dann in die Verbrennungskammer 3b durch den Aussparungsbereich 54 des Ventilbereichs 52 des Ventilelements 56, durch die Öffnungen 51, durch die Öffnung 50 und durch die Öffnung 62 des Gehäuses 60 hindurch eingeführt.

Wenn die Menge der Luft, die von der Luftpumpe 7 aus in

die Luft-Einführungskammer 71 eingeführt wird, in einem Fall wie beispielsweise zu der Startzeit klein ist, ist der Druck der Luft, die durch die Öffnungen 51 des Ventilbereichs 52 des Ventilelements 56 hindurchtritt, verhältnismäßig niedrig. Daher ist die Zusammenpressungslast des Ventilbereichs 52 infolge der Schraubenfeder 53 größer als der Druck der Luft, und wird der Zusammenpressungszustand des Ventilbereichs 52 aufrechterhalten. Als eine Folge trifft, wie in Fig. 14 dargestellt ist, Kraftstoff, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, mit der Innenwand zur Ausbildung bzw. Begrenzung der Öffnung 50 des Ventilbereichs 52 zusammen, um zerstäubt zu werden, und wird der zerstäubte Kraftstoff in die Verbrennungskammer 3b eingeführt, wie durch die Örtlichkeit "A" des Kraftstoffs in Fig. 14 dargestellt ist.

Andererseits wird bei dem normalen Verbrennungszustand, weil die Menge der Luft, die von der Luftpumpe 7 aus in die Luft-Einführungskammer 71 eingeführt wird, größer wird, der Druck der Luft, die durch die Öffnungen 51 des Ventilbereichs 52 des Ventilelements 56 hindurchtritt, verhältnismäßig höher. Daher wird der Druck der Luft größer als die Zusammenpressungslast des Ventilbereichs 52 infolge der Schraubenfeder 55, und wird der Ventilbereich 52 in der Richtung nach oben (d. h. in der Druckreduzierungsrichtung der Schraubenfeder 55) in Fig. 14 bewegt. Als eine Folge wird, wie in Fig. 15 dargestellt ist, das Ventilelement 56 verhältnismäßig nahe zu dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 hin bewegt, und wird daher der Kraftstoff, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, in die Verbrennungskammer 3b in einem weiteren Bereich durch die Öffnung 62 des Gehäuses 60 hindurch eingeführt, ohne mit der Innenwand zur Ausbildung bzw. Begrenzung der Öffnung 50 des Ventilbereichs 52 zusammenzutreffen, wie durch die Örtlichkeit "B" für den Kraftstoff in Fig. 15 dargestellt ist. Entsprechend werden bei der Verbrennungsvorrichtung der vierten Ausführungsform die Aufprall-Betriebsart und die aufprallfreie Betriebsart entsprechend dem Druck der Luft, die in die Verbrennungskammer 3b einzuführen ist, selektiv geschaltet.

Nachfolgend wird eine fünfte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 16-21 beschrieben. Bei der fünften Ausführungsform unterscheidet sich die Struktur der Verbrennungsvorrichtung von derjenigen, die bei der oben beschriebenen ersten bis vierten Ausführungsform beschrieben ist. Jedoch sind die Bauteile, die gleich bzw. ähnlich denjenigen bei den oben beschriebenen Ausführungsformen sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

Wie in Fig. 16 dargestellt ist, weist das Verbrennungsgefäß 3 der Verbrennungsvorrichtung eine zylindrische äußere Wand 3a mit mehreren Luft-Einführungsöffnungen 3c und einen zylindrischen Luftzylinder 3d auf. Die vertikale Schnittgestalt des Luftzylinders 3d ist so gewählt, dass dessen Breitenabmessung allmählich in Richtung zu einer Verbindungsposition hin größer wird, wo die äußere Wand 3a und der Luftzylinder 3d verbunden sind. Eine Trennwandplatte 3g zum Aufteilen des Inneren des Verbrennungsgefäßes 3 in die Verbrennungskammer 3b und in die Mischkammer 3i ist derart angeordnet, dass sie sich an der Verbindungsposition horizontal erstreckt. Somit stehen bei der fünften Ausführungsform sowohl die Mischkammer 3i als auch die Verbrennungskammer 3b miteinander über mehrere Verbindungslöcher 3h in Verbindung, die in der Trennwandplatte 3g ausgebildet sind. Ein plattenartiges poröses Element 3e ist an der Trennwandplatte 3g an der Seite der Mischkammer 3i befestigt. Das poröse Element 3e adsorbiert flüssigen Kraftstoff, um ihn darin zu halten, und für den flüssigen Kraftstoff besteht die Möglichkeit, dass er von

dem porösen Element 3e aus verdampft wird. Das poröse Element 3e ist aus einem porösen Material, beispielsweise aus einem Schaummaterial, hergestellt. Daher wird bei der fünften Ausführungsform, sogar, nachdem eine Kraftstoff-Beheizung infolge der Zündkerze 30 angehalten ist, die Verdampfung von Kraftstoff wirksam erleichtert. In dem porösen Element 3e können Verbindungslöcher mit der gleichen Größe wie die Verbindungslöcher 3h der Trennwandplatte 3g an den gleichen Positionen wie die Verbindungslöcher 3h vorgesehen sein.

Die Zündkerze 30 ist an einem Gehäuse 11 derart befestigt, dass sie in die Mischkammer 3i vorsteht. Der Funkenbereich der Zündkerze 30 ist innerhalb des Einspritzwinkels des Einspritzkraftstoffs von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus, d. h. innerhalb eines konischen Örtlichkeitsbereichs des Einspritzkraftstoffs, angeordnet. Jedoch kann der Funkenbereich der Zündkerze 30 außerhalb des konischen Örtlichkeitsbereichs des Einspritzkraftstoffs angeordnet sein.

Ein Luftkanal 3f ist zwischen dem Gehäuse 11 und dem Verbrennungsgefäß 3 ausgebildet. Luft, die von einem Luft-einlass 13a aus eingeführt wird, wird in den Luft-Einführungsbereich 5a des zylindrischen Bereichs 5 und in den Luftkanal 3f aufgeteilt. Die Luft, die in den Luftkanal 3f durch Aufteilung eingeführt wird, wird der Verbrennungskammer 3b des Verbrennungsgefäßes 3 durch die Luft-Einführungsöffnungen 3c hindurch zugeführt, die in der äußeren Wand 3a vorgesehen sind. Die Luft, die in den Luft-Einführungsbereich 5a des zylindrischen Bereichs 5 eingeführt wird, wird in den Luft-Strömungslöchern 9e des Kraftstoff-Aufprallelements 9 gedrosselt. Daher wird die Menge der Luft, die in die Mischkammer 3i eingeführt wird, kleiner, und gelangt die Kraftstoffmenge in einen reichen Zustand neben dem gemischten Gas innerhalb der Mischkammer 3i.

Als nächstes wird die Struktur des Kraftstoff-Aufprallelements 9 der fünften Ausführungsform beschrieben. Wie in Fig. 17A, 17B dargestellt ist jedes der mehreren Luft-Strömungslöcher 9e so ausgebildet, dass es um einen vorbestimmten Winkel geneigt ist, so dass sich die Luft, die durch die Luft-Strömungslöcher 9e tritt, dreht. Andererseits ist ein Vorsprung 9f, der von der inneren Wand aus vorsteht, die das Kraftstoff-Strömungsloch 9d begrenzt, so ausgebildet, dass er einem der Luft-Strömungslöcher 9e gegenüberliegt.

Mehrere Einspritzlöcher sind in dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 ausgebildet, so dass ein Teil des Kraftstoffs, der von den Einspritzlöchern des Kraftstoff-Einspritzventils 4 aus eingespritzt wird, mit dem Vorsprung 9f, der in Fig. 17A dargestellt ist, zusammentrifft und der andere Teil des Kraftstoffs, der von den Einspritzlöchern des Kraftstoff-Einspritzventils 4 aus eingespritzt wird, mit dem Vorsprung 9f und der inneren Wand, die das Kraftstoff-Strömungsloch 9d bildet bzw. begrenzt, nicht zusammentrifft. Weiter ist bei der fünften Ausführungsform der Einspritzwinkel des Kraftstoffs, der von den Einspritzlöchern des Kraftstoff-Einspritzventils 4 aus eingespritzt wird, so eingestellt bzw. gewählt, dass er in dem Bereich von beispielsweise 30–50° liegt.

Eine Öffnung 5e ist in der Seitenwand des zylindrischen Bereichs 5 vorgesehen, der das Kraftstoff-Aufprallelement 9 so an einer Position abstützt, dass die Luft-Einführungsöffnung 13a, die in einem Hals 13 des Gehäuses 11 vorgesehen ist, dem umfangsseitigen Wandbereich 5f, der die Öffnung 5e bildet bzw. begrenzt, zugewandt ist. Daher trifft Luft von der Luftpumpe 7 mit dem umfangsseitigen Wandbereich 5f, der den Öffnungsbereich 5e bildet bzw. begrenzt, zusammen, um in den Luft-Einführungsbereich 5a des zylindrischen Bereichs 5 und in den Luftkanal 3f eingeführt zu werden.

Als nächstes wird der Vorgang der Regelung der Kraft-

stoff-Einspritzfrequenz des Kraftstoff-Einspritzventils 4 beschrieben. Bei der fünften Ausführungsform wird die Kraftstoff-Einspritzfrequenz des Kraftstoff-Einspritzventils 4 durch die Regelungseinheit (FCU) 32 für die Verbrennung entsprechend der Sauerstoffdichte innerhalb der Verbrennungskammer 3b geregelt. Die Sauerstoffdichte innerhalb der Verbrennungskammer 3b wird mittels eines Sauerstoffsensors 110 festgestellt, der aus einer Sauerstoffkonzentrations-Zelle gebildet ist. Der Sauerstoffsensor 110 ist derart angebracht, dass er in die Verbrennungskammer 3b an einem Wandbereich in der Nähe einer Abgasöffnung 17 des Gehäuses 11 vorsteht. Bei der fünften Ausführungsform ist der Ausgangswert (Ausgangssignal) des Sauerstoffsensors 110 eine Vergleichsdifferenz zwischen einem Standardsauerstoff (beispielsweise atmosphärischem Sauerstoff) und der Sauerstoffdichte innerhalb der Verbrennungskammer 3b. Daher wird, wenn die Sauerstoffdichte innerhalb der Verbrennungskammer 3b höher wird, der Ausgangswert des Sauerstoffsensors 110 kleiner. Andererseits wird, wenn die Sauerstoffdichte innerhalb der Verbrennungskammer 3b kleiner wird, der Ausgangswert des Sauerstoffsensors 110 größer.

Das Signal des Sauerstoffsensors 110 wird in die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung der Verbrennungsvorrichtung eingegeben, und die Kraftstoff-Einspritzfrequenz des Kraftstoff-Einspritzventils 4 wird auf der Grundlage des Eingabesignals geregelt.

Als nächstes wird die Arbeitsweise der Verbrennungsvorrichtung gemäß der fünften Ausführungsform beschrieben. Fig. 18 zeigt den Vorgang der Regelung der Verbrennungsvorrichtung mittels der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung. In der Null-Position auf der horizontalen Achse von Fig. 18 wird der Betrieb der Verbrennung 32a eingeschaltet, und wird der Betrieb der Verbrennungsvorrichtung gestartet. Als erstes wird elektrischer Strom der Kraftstoffpumpe 2 und der Luftpumpe 7 zum Start des Betriebs der beiden Pumpen 2, 7 zugeführt. Hierbei läuft die Kraftstoffpumpe 2 mit einer vorbestimmten normalen Drehzahl von der Startzeit an um. Durch die Umlaufbewegung der Kraftstoffpumpe 2 mit der vorbestimmten Drehzahl wird der Druck des Kraftstoffs innerhalb des Kraftstoffbehälters 1 auf einen vorbestimmten Druck erhöht. Andererseits läuft die Luftpumpe 7 zunächst mit einer ersten vorbestimmten Drehzahl entsprechend einer Luftmenge Q1 von der Startzeit an um. Nachdem eine vorbestimmte Zeit t1 verstrichen ist, läuft die Luftpumpe 7 mit einer zweiten Drehzahl um, die der Luftmenge Q2 größer als die Luftmenge Q1 entspricht.

Andererseits wird die Sauerstoffdichte innerhalb der Verbrennungskammer 3b mittels des Sauerstoffsensors 110 festgestellt, und wird das Ausgangssignal des Sauerstoffsensors 110 in die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung eingegeben. In einem Bestimmungssteil der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung wird bestimmt, ob der Ausgangswert des Sauerstoffsensors 110 höher als ein vorbestimmter Wert ist oder nicht. Wenn der Ausgangswert des Sauerstoffsensors 110 niedriger als der vorbestimmte Wert ist, wird bestimmt, dass die Sauerstoffdichte innerhalb der Verbrennungskammer 3b höher als eine vorbestimmte Dichte ist, und wird ein Signal, bei dem das Nadelventil 25 (Fig. 6) des Kraftstoff-Einspritzventils 4 mit einer Vibration von 100 Hz zwischen einer Ventilschließstellung und einer Ventileöffnungsstellung zur Vibration gebracht wird, an der elektromagnetischen Spule 26 (Fig. 6) des Kraftstoff-Einspritzventils 4 eingegeben. Andererseits wird, wenn der Ausgangswert des Sauerstoffsensors 110 höher als der vorbestimmte Wert ist, bestimmt, dass die Sauerstoffdichte innerhalb der Verbrennungskammer 3b niedriger als die vorbestimmte Dichte ist, und wird ein Signal, bei dem das Nadelventil 25



(Fig. 6) des Kraftstoff-Einspritzventils 4 mit einer Frequenz von 20 Hz zur Vibration gebracht wird, an der elektromagnetischen Spule 26 (Fig. 6) des Kraftstoff-Einspritzventils 4 eingegeben.

Ferner wird ein Betriebssignal zur Veränderung des Betriebsverhältnisses (d. h. des Verhältnisses von Einschaltzeit zu Ausschaltzeit) an der elektromagnetischen Spule 26 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 von der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung aus eingegeben. Bei der fünften Ausführungsform wird das Betriebssignal in einer solchen Weise geregelt, dass der Kraftstoff mit einer vorbestimmten Mindestmenge zu der Zündzeit eingespritzt wird und die Kraftstoffmenge nach der Zündung des Kraftstoffs allmählich vergrößert wird. D. h., wie in Fig. 18 dargestellt ist, wird das Betriebsverhältnis auf A1 unmittelbar nach dem Vorgang des Starts der Verbrennung der Verbrennungsvorrichtung eingestellt. Danach wird während der vorbestimmten Zeit t1, nachdem der Vorgang der Verbrennung der Verbrennungsvorrichtung gestartet worden ist, das Betriebsverhältnis allmählich vergrößert. Nachdem die vorbestimmte Zeit t1 verstrichen ist, wird das Betriebsverhältnis auf A2 eingestellt.

Elektrische Energie (das Zündsignal) wird der Zündkerze 30 nur während einer vorbestimmten Zeit t3 zugeführt. Daher werden nur während der vorbestimmten Zeit t3 Funken in dem Elektrodenbereich der Zündkerze 30 erzeugt. Weil die Verbrennung durch die Verbrennungswärme kontinuierlich durchgeführt wird, nachdem die Verbrennung des gemischten Gases begonnen hat, werden die Zündsignale von der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung für die Zündkerze 30 nur während der vorbestimmten Zeit t3 erzeugt. Bei der fünften Ausführungsform wird die Kraftstoff-Zufuhrmenge durch das Betriebsverhältnis für die elektromagnetische Spule 26 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 eingestellt, und wird die Luft-Zufuhrmenge durch die Einstellung der Drehzahl der Luftpumpe 7 eingestellt, so dass die Größe der Verbrennung der Verbrennungsvorrichtung eingestellt wird.

Zu der Anfangszeit der Verbrennung wird, weil es schwierig ist, den Kraftstoff zu zünden, die Verbrauchsmenge des Sauerstoffs kleiner, und verbleibt Sauerstoff in der Verbrennungskammer 3b mit einer hohen Dichte. Daher wird der Ausgangswert des Sauerstoffsensors 110 kleiner. Wie durch das Fließdiagramm in Fig. 19 dargestellt ist, wird in Schritt S100 ein Ausgangswert NA von dem Sauerstoffsensor 110 aus in die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung eingelesen. Als nächstes wird in dem Bestimmungsteil der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung bestimmt, ob der Ausgangswert NA des Sauerstoffsensors 110 größer als ein vorbestimmter Wert N ist oder nicht. Wenn der Ausgangswert NA nicht größer als der vorbestimmte Wert N ist, regelt die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung das Nadelventil 25 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 in Hinblick auf eine Vibration mit der Frequenz von 100 Hz. Daher wird der Kraftstoff, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, zerstäubt. Weiter wird in Schritt S140 ein EIN/AUS-Betriebssignal von der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung an die elektromagnetische Spule 26 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 abgegeben.

Ferner trifft ein Teil des zerstäubten Einspritzkraftstoffs mit dem Vorsprung 9f, der in der Innenwand ausgebildet ist, die das Kraftstoff-Strömungsloch 9d des Kraftstoff-Aufprallelements 9 bildet bzw. begrenzt, zusammen. Somit wird gemäß der fünften Ausführungsform zu der Anfangszeit der Verbrennung zusätzlich zu der Zerstäubung von Kraftstoff infolge der Hochfrequenz-Kraftstoffeinspritzung des Kraftstoff-Einspritzventils 4 der eingespritzte Kraftstoff durch das Zusammentreffen mit dem Vorsprung 9f weiter zer-

stäubt. Daher ist zu der Anfangszeit der Verbrennung die Durchführung des Vermischens zwischen dem Einspritzkraftstoff und der Verbrennungsluft verbessert. Somit ist die Verzögerungszeit der Zündung stark verkürzt.

Andererseits wird, wenn die Durchführung des Vermischens zwischen dem Einspritzkraftstoff und der Verbrennungsluft verbessert wird und die Verbrennung den normalen Verbrennungszustand erreicht, eine große Luftmenge für die Verbrennung verwendet. Daher wird der Ausgangswert NA des Sauerstoffsensors 110 größer als der vorbestimmte Wert N in Schritt S110. Daher regelt in Schritt S130 die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung die elektromagnetische Spule 26 so, dass das Nadelventil 25 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 mit der Frequenz von 20 Hz in Vibration versetzt wird. Somit wird der Einspritzkraftstoff in einem großen Flüssigtropfen-Zustand eingeführt. Jedoch wird in diesem Zustand, weil die Verbrennungsvorrichtung in einem normalen Zustand arbeitet, die Verbrennung der Verbrennungsvorrichtung nicht instabil.

Fig. 20 zeigt die Beziehung zwischen dem Volumenverhältnis des zerstäubten Kraftstoffs mit einem feinen Durchmesser gleich 50 µm oder kleiner zu dem gesamten Einspritzkraftstoff und der Kraftstoff-Einspritzfrequenz des Kraftstoff-Einspritzventils 4. In Fig. 20 ist die Menge des Einspritzkraftstoffs eine Einspritzmenge entsprechend der Größe einer Wärmestrahlung von 6 kW innerhalb der Verbrennungskammer 3b. Wie in Fig. 20 dargestellt ist, wird bei einer Erhöhung der Kraftstoff-Einspritzfrequenz des Kraftstoff-Einspritzventils 4 das Volumenverhältnis des zerstäubten Kraftstoffs mit dem feinen Durchmesser gleich 50 µm oder kleiner zu dem gesamten Einspritzkraftstoff vergrößert. Fig. 21A ist eine schematische Ansicht mit der Darstellung des Kraftstoff-Einspritzzustands bei einer Hochfrequenz-Kraftstoffeinspritzung (beispielsweise mit 100 Hz), und Fig. 21B ist eine schematische Ansicht mit der Darstellung eines Kraftstoff-Einspritzzustands bei einer Niederfrequenz-Kraftstoffeinspritzung (beispielsweise mit 20 Hz). Wie in Fig. 21A dargestellt ist, wird bei der Hochfrequenz-Kraftstoffeinspritzung Kraftstoff in einem zerstäubten Zustand eingespritzt. Andererseits wird, wie in Fig. 21 B dargestellt ist, bei der Niederfrequenz-Kraftstoffeinspritzung Kraftstoff in einem flüssigen Zustand eingespritzt.

Bei der fünften Ausführungsform werden der Einspritzkraftstoff und die Luft in der Mischkammer 3i gemischt, um zu dem gemischten Gas zu werden. Weil das gemischte Gas in der Mischkammer 3i derart eingestellt wird, dass es in Hinblick auf die Luft reich an Kraftstoff ist, verbrennt der eingespritzte Kraftstoff jedoch nicht vollständig.

Jedoch werden, weil die Verbrennungskammer 3b an der stromabwärtigen Seite der Mischkammer 3i vorgesehen ist, Verbrennungsflammen und nichtverbranntes gemischtes Gas in der Mischkammer 3i in die Verbrennungskammer 3b von den Verbindungslöchern 3h der Trennwandplatte 3f aus eingeführt. Ferner wird die Luft, die durch Aufteilung in den Luftkanal 3f eingeführt wird, auch in die Verbrennungskammer 3b von der Luft-Einführungsöffnung 3c aus eingeführt. Somit werden in der Verbrennungskammer 3b die Verbrennungsflammen und das nicht verbrannte gemischte Gas von der Mischkammer 3i mit der zugeführten Luft von dem Luftkanal 3f vollständig verbrannt.

Die Luft, die in die Verbrennungskammer 3b von der Luft-Einführungsöffnung 3c aus einzuführen ist, tritt durch den Luftkanal 3f in der Nähe der Mischkammer 3i hindurch und wird durch die von der Mischkammer aus abgestrahlte Wärme erhitzt. Daher wird verhindert, dass die Temperatur der Verbrennungskammer 3b bei Luftzuführung von der Luft-Einführungsöffnung 3c aus abgesenkt wird. Die Wirkung der Verbrennung der Verbrennungsvorrichtung ist so-

mit verbessert. Ferner wird, weil Luft von der Luft-Einführungsöffnung 3c aus eingeführt wird, die die Axiallinie der Verbrennungskammer 3b kreuzen soll, das nicht verbrannte gemischte Gas von der Mischkammer 3i durch die Luft-Einführung von der Luft-Einführungsöffnung 3c aus gestört, und wird die Zerstäubung von Kraftstoff in dem gemischten Gas erleichtert.

Wie oben beschrieben worden ist, wird bei der oben beschriebenen Ausführungsform, weil die Mischkammer 3i an der stromaufwärtigen Seite der Verbrennungskammer 3b angeordnet ist, der Mischraum zum vorbereitenden Mischen und zur Verbrennung des Einspritzkraftstoffs verwendet. Daher ist die Durchführung der Verbrennung von gemischter Luft in der Verbrennungskammer 3b verbessert, und ist es nicht notwendig, die Größe der Verbrennungskammer 3b größer auszubilden.

Ferner breitet sich, weil die Mischkammer 3i des Verbrennungsgefäßes 3 eine vertikale Schnittgestalt aufweist, bei der die Breitenabmessung in Richtung zu der Verbrennungskammer 3b hin allmählich größer wird, gemischtes Gas in der Verbrennungskammer 3i glatt aus, und ist die Durchführung des Mischens des gemischten Gases verbessert.

Gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Elektrodenbereich (Zündbereich) der Zündkerze 30 innerhalb oder außerhalb des vorbestimmten Einspritzwinkels des Einspritzkraftstoffs von dem Kraftstoff-Einspritzventils 4 aus angeordnet. D. h., der Elektrodenbereich der Zündkerze 30 befindet sich außerhalb einer Position, an der der Hauptstrom des Einspritzkraftstoffs eintrifft. Daher ist der Elektrodenbereich der Zündkerze 30 nicht in dem Hauptstrom des Einspritzkraftstoffs freigelegt, sondern in dem zerstäubten Kraftstoff, der sich von dem Hauptstrom aus ausbreitet. Somit wird bei der fünften Ausführungsform die Zündung durch den zerstäubten Kraftstoff leicht durchgeführt. Jedoch ist, wenn der Elektrodenbereich der Zündkerze in dem Hauptstrom des Zündkraftstoffs freigelegt ist, die Zündung von Kraftstoff infolge von flüssigen Tröpfchen des Einspritzkraftstoffs schwierig.

Ferner wird gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, weil das Luft-Strömungsloch 9e, durch das hindurch Luft strömt, so vorgesehen ist, dass es um den vorbestimmten Winkel geneigt ist, Luft in die Mischkammer 3i mit der Umlaufbewegung eingeführt. Daher ist die Durchführung des Vermischens zwischen Einspritzkraftstoff und Luft durch die Umlaufbewegung der Luft in der Mischkammer 3i weiter verbessert.

Gemäß der fünften Ausführungsform ist das poröse Element 3e an der Trennwandplatte 3g an der Seite der Mischkammer 3i angeordnet, so dass ein Teil des flüssigen Kraftstoffs vorübergehend adsorbiert wird, ohne verdampft zu werden. Der adsorbierte flüssige Kraftstoff in dem porösen Element 3e wird die durch die Wärme, die von den Flammen in der Verbrennungskammer 3b erzeugt wird, und von der Wärme, die von den Flammen in der Mischkammer 3i erzeugt wird, verdampft. Somit wird während der normalen Verbrennung, nachdem die Zuführung von elektrischer Energie zu der Zündkerze 30 angehalten worden ist, Kraftstoff, der in dem porösen Element 3e adsorbiert ist, verdampft, um in der Mischkammer 3i oder in der Verbrennungskammer 3b zu verbrennen.

Als nächstes wird eine sechste bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 22 beschrieben. Bei der sechsten Ausführungsform ist die Struktur der Verbrennungsvorrichtung gleich bzw. ähnlich derjenigen bei der oben beschriebenen fünften Ausführungsform. Bei der sechsten Ausführungsform wird anstelle des Sauerstoffsensors 110, der bei der fünften Ausführungs-

form beschrieben worden ist, ein Temperatursensor 111 verwendet, wie in Fig. 16 dargestellt ist. Der Temperatursensor 111 ist ein Thermoelementsensor. Wie mittels des Fließdiagramms in Fig. 22 dargestellt ist, wird in Schritt S101 ein Ausgangswert NB von dem Temperatursensor 111 in die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung eingelesen. Als nächstes wird in dem Bestimmungsteil der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung bestimmt, ob der Ausgangswert NB des Temperatursensors 111 größer als ein vorbestimmter Wert N ist oder nicht. Zu der Anfangszeit der Verbrennung ist, weil die Verbrennungstemperatur innerhalb der Verbrennungskammer 3b niedrig ist, der Ausgangswert NB des Temperatursensors 111 niedriger als der vorbestimmte Wert N. Somit regelt in Schritt S111, wenn der Ausgangswert NB nicht größer als der vorbestimmte Wert N ist, die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung die elektromagnetische Spule 26 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 so, dass das Nadelventil 25 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 mit der Frequenz von 100 Hz in Vibration versetzt wird. Daher wird der Kraftstoff, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, zerstäubt. Ferner wird in Schritt S140 ein EIN/AUS-Betriebsignal von der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung an die elektromagnetische Spule 26 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 abgegeben.

Andererseits nimmt, wenn die Durchführung des Vermischens zwischen dem Einspritzkraftstoff und der Verbrennungsluft verbessert ist und die Verbrennung in den normalen Zustand gelangt, die Temperatur innerhalb der Verbrennungskammer 3b zu. Daher wird der Ausgangswert NB des Temperatursensors 111 größer als der vorbestimmte Wert N in Schritt S111. Daher regelt in Schritt S130 die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung die elektromagnetische Spule 26 so, dass das Nadelventil 25 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 mit der Frequenz von 20 Hz in Vibration versetzt wird. Weiter weist bei der sechsten Ausführungsform die Verbrennungsvorrichtung den Kraftstoff-Aufprallbereich 9 gleich bzw. ähnlich demjenigen bei der fünften Ausführungsform auf. Somit wird bei der sechsten Ausführungsform die Wirkung der Arbeit gleich bzw. ähnlich derjenigen bei der oben beschriebenen fünften Ausführungsform erreicht.

Nachfolgend wird eine siebte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 23 und 24 beschrieben. Bei der siebten Ausführungsform wird die Leuchtintensität infolge der Verbrennungsflammen innerhalb der Verbrennungskammer 3b mittels eines Leuchtintensitätssensors 112 festgestellt, und wird die Kraftstoff-Einspritzfrequenz des Kraftstoff-Einspritzventils 4 auf der Grundlage des Ausgangswerts NC des Leuchtintensitätssensors 112 geregelt. In dem Leuchtintensitätssensor 112 wird der Wert bzw. die Größe des elektrischen Stroms entsprechend der Leuchtintensität verändert. Der Leuchtintensitätssensor 112 stellt die Leuchtintensität der Verbrennungsflammen in der Verbrennungskammer 3b fest, die von der Luft-Einführungsöffnung 3c des Verbrennungsgefäßes 3 austritt.

Wie mittels des Fließdiagramms in Fig. 24 dargestellt ist, wird in Schritt S102 der Ausgangswert NC des Leuchtintensitätssensors 112 in die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung eingelesen. Als nächstes wird in Schritt S112 in dem Bestimmungsteil der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung bestimmt, ob der Ausgangswert (elektrischer Strom) NC des Leuchtintensitätssensors 112 größer als ein vorbestimmter Wert N ist oder nicht. Wenn der Ausgangswert NC nicht größer als der vorbestimmte Wert N ist, regelt die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung die elektromagnetische Spule 26 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 so, dass das Nadelventil 25 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 mit der Fre-

quenz von 100 Hz in Vibration versetzt wird. Daher wird der Kraftstoff, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, zerstäubt. Ferner wird in Schritt S140 ein EIN/AUS-Betriebsignal von der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung an die elektromagnetische Spule 26 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 abgegeben.

Andererseits nimmt, wenn die Verbrennung innerhalb der Verbrennungskammer 3b in den normalen Zustand gelangt, die Temperatur innerhalb der Verbrennungskammer 3b zu. Daher wird der Ausgangswert (d. h. die Größe des Stroms) NC des Leuchtintensitätssensors 112 größer als der vorbestimmte Wert N in Schritt S112. Daher regelt in Schritt S130 die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung die elektromagnetische Spule 26 so, dass das Nadelventil 25 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 mit der Frequenz von 20 Hz in Vibration versetzt wird.

Weiter weist bei der siebten Ausführungsform die Verbrennungsvorrichtung das Kraftstoff-Aufprallelement 9 gleich oder ähnlich demjenigen bei der fünften Ausführungsform auf. Somit wird bei der siebten Ausführungsform die Wirkung der Arbeitsweise gleicher oder ähnlich derjenigen bei der oben beschriebenen fünften Ausführungsform erreicht.

Nachfolgend wird eine achte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 25 beschrieben. Bei der achten Ausführungsform wird die umfangsseitige Außentemperatur außerhalb der Verbrennungskammer 3b mittels eines Außentemperatursensors 113 festgestellt, und wird die Kraftstoff-Einspritzfrequenz des Kraftstoff-Einspritzventils 4 auf der Grundlage des Ausgangswerts des Temperatursensors 113 geregelt. Bei der achten Ausführungsform ist der Temperatursensor 113 ein Thermistor. In gleicher Weise wie bei dem Fließdiagramm in Fig. 22 wird der Ausgangswert (die Temperatur) des Temperatursensors 113 in die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung eingelesen. Als nächstes wird in dem Bestimmungsteil der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung bestimmt, ob die Temperatur, die mittels des Temperatursensors 113 festgestellt wird, höher als eine vorbestimmte Temperatur ist oder nicht. Wenn die Temperatur des Temperatursensors 113 nicht höher als die vorbestimmte Temperatur ist, regelt die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung die elektromagnetische Spule 26 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 so, dass das Nadelventil 25 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 mit der Frequenz von 100 Hz in Vibration versetzt wird. Daher wird der Kraftstoff, der von dem Kraftstoff-Einspritzventil 4 aus eingespritzt wird, zerstäubt.

Andererseits nimmt, wenn die Verbrennung innerhalb der Verbrennungskammer 3b in den normalen Zustand gelangt, die Temperatur innerhalb der Verbrennungskammer 3b zu. Daher wird die Temperatur (d. h. die Größe des Stroms), die mittels des Temperatursensors 113 festgestellt wird, höher als der vorbestimmte Wert. Daher regelt die Regelungseinheit 32 für die Verbrennung die elektromagnetische Spule 26 so, dass das Nadelventil 25 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 mit der Frequenz von 20 Hz in Vibration versetzt wird.

Ferner weist bei der achten Ausführungsform die Verbrennungsvorrichtung das Kraftstoff-Aufprallelement 9 gleich oder ähnlich demjenigen bei der oben beschriebenen fünften Ausführungsform auf. Somit wird bei der achten Ausführungsform die Wirkung der Arbeitsweise gleich oder ähnlich derjenigen bei der oben beschriebenen fünften Ausführungsform erreicht.

Nachfolgend wird eine neunte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 26, 27 beschrieben. Bei der neunten Ausführungsform wird die Kraftstoff-Einspritzfrequenz des Kraftstoff-Einspritzventils ohne Verwendung eines Sensors der oben be-

schriebenen fünften bis achten Ausführungsform geregelt. Bei der neunten Ausführungsform ist die Struktur der Verbrennungsvorrichtung gleich oder ähnlich derjenigen, die unter Bezugnahme auf Fig. 16 beschrieben worden ist. Jedoch ist der Sauerstoffsensor 110 von Fig. 16 nicht vorgesehen. Wie mittels des Fließdiagramms in Fig. 26 dargestellt ist, wird, wenn der Betriebsschalter 33a für die Verbrennung (Fig. 4) in Schritt S200 eingeschaltet wird, die Luftpumpe 7 in Schritt S210 eingeschaltet, und arbeitet die Luftpumpe 7 mit der Strömungsmenge Q1 in Fig. 27 in Schritt S220. Als nächstes arbeitet die Zündkerze 30 in Schritt S230, und wird eine vorbestimmte Spannung, die an der Zündkerze 30 anliegt, in Schritt S240 eingestellt. Ferner wird die Kraftstoffpumpe 2 in Schritt S250 eingeschaltet, und wird der Betrieb der Kraftstoffpumpe 2 wie bei der fünften Ausführungsform beschrieben geregelt. Ferner arbeitet während der vorbestimmten Zeit t1, nachdem der Betriebsschalter 33a für die Verbrennung eingeschaltet worden ist, das Kraftstoff-Einspritzventil 4 mit der Frequenz f1 von 100 Hz im Schritt S260. Nachdem die vorbestimmte Zeit t1 verstrichen ist, arbeitet das Kraftstoff-Einspritzventil 4 mit der Frequenz f2 von 20 Hz. Das Schalten der Frequenz wird mittels einer Zeitgebereinheit der Regelungseinheit 32 für die Verbrennung durchgeführt. Ferner wird in Schritt S270 das Betriebsverhältnis der Kraftstoffeinspritzung eingestellt. Nachdem der Vorgang der Verbrennung begonnen worden ist, wird das Betriebsverhältnis von A1 aus vergrößert. Als nächstes wird in Schritt S280 bestimmt, ob die vorbestimmte Betriebszeit t1 verstrichen ist oder nicht. Wenn die vorbestimmte Zeit t1 in Schritt S280 verstrichen ist, arbeitet das Kraftstoff-Einspritzventil 4 mit der Frequenz f2 von 20 Hz in Schritt S290, wird das Betriebsverhältnis auf A2 in Schritt S300 eingestellt, und wird die Menge der Luftströmung auf Q2 in Schritt S310 eingestellt. Somit wird in Schritt S320 der normale Verbrennungsbetrieb durchgeführt. Gemäß der neunten Ausführungsform wird das Schalten der Kraftstoff-Einspritzfrequenz des Kraftstoff-Einspritzventils 4 durchgeführt, ohne einen Sensor vorzusehen, der bei der oben beschriebenen fünften bis achten Ausführungsform beschrieben ist.

Ferner weist bei der neunten Ausführungsform die Verbrennungsvorrichtung den Kraftstoff-Aufprallbereich 9 gleich oder ähnlich demjenigen bei der fünften Ausführungsform auf. Somit wird bei der neunten Ausführungsform die Wirkung der Arbeitsweise gleich oder ähnlich derjenigen bei der oben beschriebenen fünften Ausführungsform erreicht.

Obwohl die vorliegende Erfindung vollständig in Verbindung mit ihren bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben worden ist, ist zu beachten, dass zahlreiche bzw. verschiedene Änderungen und Modifikationen für den Fachmann ersichtlich sein werden.

Bei der oben beschriebenen ersten Ausführungsform trifft der Kraftstoff mit dem Randbereich 9f des Kraftstoff-Strömungslochs 9d des Aufprallelements 9 zusammen. Jedoch ist das Aufprallelement 9 so eingestellt bzw. ausgebildet, dass der Kraftstoff mit der inneren Wand zusammentrifft, die das Kraftstoff-Strömungsloch 9d bildet bzw. begrenzt, das mit dem Randbereich 9f verbunden ist.

Bei der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform wird in Hinblick auf das Schaltmittel für den Kraftstoffaufprall zum Schalten des Aufprallbetriebs und des aufprallfreien Betriebs des Einspritzkraftstoffs auf der Grundtage der Temperatur innerhalb der Verbrennungskammer 3b der thermische Ausdehnungskoeffizient der Schenkelbereiche 90 des Aufprallelements 9 so eingestellt bzw. gewählt, dass er größer als derjenige des zylindrischen Bereichs 5 ist, der

den Flanschbereich 5c aufweist. Jedoch kann bei einer Verbrennungsvorrichtung mit einem Temperatursensor zum Feststellen der Temperatur innerhalb der Verbrennungskammer 3b und mit einem Betätigungselement zum Einstellen der Position des Kraftstoff-Aufprallelements 9 auf der Grundlage des Signals von dem Temperatursensor das Schaltmittel für den Kraftstoffaufprall aus einem elektrischen Mittel, beispielsweise dem Temperatursensor oder einem Betätigungselement, bestehen. Das Schaltmittel für den Kraftstoffaufprall kann aus einem mechanischen Mittel unter Verwendung eines Materials wie beispielsweise eines Bimetalls oder einer Legierung mit einem Memory-Effekt, bestehen. Alternativ kann ein Betätigungselement, das in dem Kraftstoff-Aufprallelement 9 angeordnet ist, durch Verwendung einer Betriebsignal-Differenz in der elektromagnetischen Spule 26 des Kraftstoff-Einspritzventils 4 zwischen dem Betrieb während der Zündzeit und dem Betrieb während der normalen Verbrennung betrieben werden.

Ferner können bei der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform der Aufprallbetrieb und der aufprallfreie Betrieb selektiv auf der Grundlage der Temperatur in der Verbrennungskammer 3b oder einer in Bezug auf die Temperatur in der Verbrennungskammer 3b verwandten Temperatur eingestellt werden. Hierbei ist die verwandte Temperatur eine Temperatur außerhalb der Verbrennungskammer 3b, eine Temperatur innerhalb des Fahrgastraums, wenn die Verbrennungsvorrichtung bei einer Heizeinheit zum Beheizen des Fahrgastraums Anwendung findet, oder eine Temperatur eines Fahrzeugbauteils, wenn die Verbrennungsvorrichtung bei einer Heizeinheit zum Beheizen des Fahrzeugbauteils Anwendung findet.

Bei der oben beschriebenen vierten Ausführungsform wird das Ventilelement 56 entsprechend dem Druck der Luft bewegt, die durch die Öffnung 51 des Ventilbereichs 52 des Ventilelements 56 hindurchtritt. Jedoch kann ein Betätigungselement zum Einstellen der Position des Ventilelements 56 entsprechend dem Druck der Luft vorgesehen werden, die mittels der Luftpumpe 7 gepumpt wird, und kann das Schaltmittel für den Kraftstoffaufprall aus einem elektrisch angetriebenen Betätigungselement bestehen.

Das Kraftstoff-Aufprallelement 9, das den Vorsprung 9f aufweist, der bei der fünften Ausführungsform beschrieben worden ist, kann Anwendung bei der Verbrennungsvorrichtung finden, die bei der ersten bis vierten Ausführungsform beschrieben worden ist. Bei der oben beschriebenen fünften Ausführungsform ist die Zündkerze 30 in der Verbrennungskammer 3i angeordnet. Jedoch kann die Zündkerze 30 in der Verbrennungskammer 3b angeordnet sein.

Bei den oben beschriebenen Ausführungsformen wird die Zündkerze 30 als Zündeinheit verwendet. Jedoch kann als Zündeinheit auch eine Glühkerze verwendet werden. Ferner kann als Einspritzkraftstoff flüssiges Öl, beispielsweise Leichtöl, Lampenöl, Methanol und Benzin, verwendet werden.

Solche Änderungen und Modifikationen sind als unter den Umfang der vorliegenden Erfindung gemäß deren Definition durch die beigefügten Ansprüche fallend zu verstehen.

#### Patentansprüche

1. Verbrennungsvorrichtung, umfassend:  
ein Verbrennungsgefäß (3) zur Bildung bzw. Begrenzung einer Verbrennungskammer (3b, 3i);  
eine Kraftstoff-Einspritzeinheit (4) mit einer Einspritzöffnung (27) zum Einspritzen von Kraftstoff, der in die Verbrennungskammer einzuführen ist;  
eine Luft-Zuführungseinheit (7) zum Zuführen von

Luft in die Verbrennungskammer;  
eine Zündeinheit (30) zum Zünden eines zwischen Kraftstoff und Luft gemischten Gases in der Verbrennungskammer; und

eine Kraftstoff-Aufpralleinheit (9), die zwischen der Einspritzöffnung und der Verbrennungskammer derart angeordnet ist, dass nur ein Teil des Kraftstoffs, der von Einspritzöffnung der Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingespritzt wird, mit der Kraftstoff-Aufpralleinheit zusammentrifft und der andere Teil des Kraftstoffs von der Einspritzöffnung aus direkt in die Verbrennungskammer eingeführt wird, wobei ein Zusammentreffen mit der Aufpralleinheit verhindert ist.

2. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei: die Kraftstoff-Aufpralleinheit einen Plattenbereich (9c) mit einer ersten Fläche (9a) an der Kraftstoff-Einspritzseite der Kraftstoff-Einspritzeinheit und mit einer zweiten Fläche (9b) an der Seite der Verbrennungskammer aufweist;

der Plattenbereich eine innere Wand aufweist, die eine Kraftstofföffnung (9d) bildet bzw. begrenzt, durch die hindurch Kraftstoff, der von der Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingespritzt wird, hindurchtritt; und die Kraftstoff-Einspritzeinheit und die Kraftstoff-Aufpralleinheit derart angeordnet sind, dass, wenn Kraftstoff, der von der Einspritzöffnung der Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingespritzt wird, durch die Kraftstofföffnung hindurchtritt, ein Teil des Kraftstoffs in die Verbrennungskammer eingeführt wird, wobei er mit der inneren Wand zusammentrifft, und der andere Teil des Kraftstoffs in die Verbrennungskammer durch die Kraftstofföffnung hindurch eingeführt wird, wobei ein Zusammentreffen mit der inneren Wand verhindert ist.

3. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei: die Kraftstoff-Einspritzeinheit und die Kraftstoff-Aufpralleinheit derart angeordnet sind, dass, wenn Kraftstoff, der von der Einspritzöffnung der Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingespritzt wird, durch die Kraftstofföffnung hindurchtritt, ein Teil des Kraftstoffs in die Verbrennungskammer eingeführt wird, wobei er mit einem Randbereich (9f) zwischen der inneren Wand und der zweiten Fläche des Plattenbereichs zusammentrifft, und der andere Teil des Kraftstoffs in die Verbrennungskammer durch die Kraftstofföffnung hindurch eingeführt wird, wobei ein Zusammentreffen mit dem Randbereich verhindert ist.

4. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei: die Kraftstoff-Aufpralleinheit einen Plattenbereich (9c) mit einer ersten Fläche (9a) auf der Seite der Kraftstoff-Einspritzung der Kraftstoff-Einspritzeinheit und mit einer zweiten Fläche (9b) auf der Seite der Verbrennungskammer aufweist;

der Plattenbereich eine innere Wand, die eine Kraftstofföffnung (9d), durch die hindurch Kraftstoff, der von Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingespritzt wird, hindurchtritt, und einen Vorsprung (9f), der von der inneren Wand aus vorsteht, aufweist; und

die Kraftstoff-Einspritzeinheit und die Kraftstoff-Aufpralleinheit derart angeordnet sind, dass, wenn Kraftstoff, der von der Einspritzöffnung der Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingespritzt wird, durch die Kraftstofföffnung hindurchtritt, ein Teil des Kraftstoffs in die Verbrennungskammer eingeführt wird, wobei er mit dem Vorsprung der inneren Wand zusammentrifft, und der andere Teil des Kraftstoffs in die Verbrennungskammer durch die Kraftstofföffnung hindurch eingeführt wird, wobei ein Zusammentreffen mit der

inneren Wand und dem Vorsprung verhindert ist.

5. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1-4, weiter umfassend:

Mittel zur Bildung bzw. Begrenzung eines Luftkanals (5a, 8, 9e, 3f), durch den hindurch Luft von der Luft-  
Zuführungseinheit aus in die Verbrennungskammer  
eingeführt wird,

wobei der Luftkanal rund um die Kraftstoff-Einspritz-  
einheit herum vorgesehen ist.

6. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1-5, weiter umfassend:

eine Feststellungseinheit (110, 111, 112) zum Feststel-  
len des Verbrennungszustands des zwischen Kraftstoff  
von der Kraftstoff-Einspritzeinheit und Luft von der  
Luft-Zuführungseinheit gemischten Gases innerhalb  
der Verbrennungskammer; und  
eine Regelungseinheit (32) zum Regeln des Betriebs-  
zustandes der Kraftstoff-Einspritzeinheit entsprechend  
dem Verbrennungszustand, der mittels der Feststel-  
lungseinheit festgestellt wird.

7. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei:  
die Kraftstoff-Einspritzeinheit ein elektromagnetisches  
Ventil zum Einspritzen von flüssigem Kraftstoff mit ei-  
nem Druck höher als ein vorbestimmter Druck auf-  
weist; und

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Einspritzfrequenz  
des elektromagnetischen Ventils entsprechend dem  
Verbrennungszustand regelt, der mittels der Feststel-  
lungseinheit festgestellt wird.

8. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 7, wobei:  
wenn der Verbrennungszustand der Verbrennungskam-  
mer, der mittels der Feststellungseinheit festgestellt  
wird, ein vorbestimmter Zustand ist, die Kraftstoff-  
Einspritzfrequenz des elektromagnetischen Ventils hö-  
her als ein vorbestimmter Wert eingestellt wird; und,  
wenn der Verbrennungszustand der Verbrennungskam-  
mer, der mittels der Feststellungseinheit festgestellt  
wird, ein Zustand ausgenommen den vorbestimmten  
Zustand ist, die Kraftstoff-Einspritzfrequenz des elek-  
tromagnetischen Ventils niedriger als der vorbestimmte  
Wert eingestellt wird.

9. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei:  
die Feststellungseinheit ein Sensor ausgewählt aus ei-  
nem Sauerstoffsensor (110) zum Feststellen der Sauer-  
stoffdichte bei dem Verbrennungszustand der Verbren-  
nungskammer, einem Temperatursensor (111) zum  
Feststellen der Verbrennungstemperatur bei dem Ver-  
brennungszustand der Verbrennungskammer und ei-  
nem Leuchtintensitätssensor (112) zum Feststellen der  
Leuchtintensität bei dem Verbrennungszustand der  
Verbrennungskammer ist;

wenn die Feststellungseinheit ein Sauerstoffsensor ist,  
die Kraftstoff-Einspritzfrequenz höher als der vorbe-  
stimmte Wert eingestellt wird, wenn die Sauerstoff-  
dichte, die mittels des Sauerstoffsensors festgestellt  
wird, höher als eine vorbestimmte Dichte ist;

wenn die Feststellungseinheit ein Temperatursensor ist,  
die Kraftstoff-Einspritzfrequenz höher als der vorbe-  
stimmte Wert eingestellt wird, wenn die Temperatur,  
die mittels des Temperatursensors festgestellt wird,  
niedriger als eine vorbestimmte Temperatur ist; und  
wenn die Feststellungseinheit ein Leuchtintensitätss-  
ensor ist, die Kraftstoff-Einspritzfrequenz höher als der  
vorbestimmte Wert eingestellt wird, wenn die Leuch-  
tintensität, die mittels des Leuchtintensitätssensors  
festgestellt wird, höher als eine vorbestimmte Intensität  
ist.

10. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der

Ansprüche 1-5, weiter umfassend:

eine Feststellungseinheit (113) zum Feststellen der at-  
mosphärischen Temperatur außenseitig der Verbren-  
nungskammer; und

eine Regelungseinheit (32) zum Regeln des Betriebs-  
zustandes der Kraftstoff-Einspritzeinheit entsprechend  
der atmosphärischen Temperatur, die mittels der Fest-  
stellungseinheit festgestellt wird, wobei:

die Kraftstoff-Einspritzeinheit ein elektromagnetisches  
Ventil zum Einspritzen von flüssigem Kraftstoff mit ei-  
nem Druck höher als ein vorbestimmter Druck auf-  
weist; und

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Einspritzfrequenz  
des elektromagnetischen Ventils höher als ein vorbe-  
stimmter Wert regelt, wenn die atmosphärische Tempe-  
ratur, die mittels der Feststellungseinheit festgestellt  
wird, niedriger als eine vorbestimmte Temperatur ist.

11. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der  
Ansprüche 1-10, wobei:

die Kraftstoff-Einspritzeinheit ein elektromagnetisches  
Ventil zum Einspritzen von flüssigem Kraftstoff mit ei-  
nem Druck höher als ein vorbestimmter Wert aufweist;  
die Kraftstoff-Einspritzeinheit so angeordnet ist, dass  
Kraftstoff von der Einspritzöffnung aus unter einem  
vorbestimmten Einspritzwinkel eingespritzt wird;  
die Zündeinheit einen Zündbereich zur Erzeugung ei-  
ner Zündung aufweist; und

der Zündbereich innenseitig oder außenseitig des vor-  
bestimmten Einspritzwinkels des Kraftstoffs, der von  
der Einspritzöffnung aus eingespritzt wird, angeordnet  
ist.

12. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der  
Ansprüche 1-4, weiter umfassend:

ein Trennwandelement (3g) zum Aufteilen der Ver-  
brennungskammer in einen Luft-Mischraum (3i) an ei-  
ner Seite der Einspritzöffnung und in einen Verbren-  
nungsraum (3b), der stromabwärts des Mischraums  
derart vorgesehen ist, dass er mit dem Mischraum in  
Verbindung steht;

wobei die Luft-Zuführungseinheit zum direkten Zufüh-  
ren von Luft sowohl in den Verbrennungsraum als auch  
in den Mischraum angeordnet ist;

die Luftmenge, die in den Mischraum eingeführt wird,  
derart eingestellt wird, dass das gemischte Gas einen in  
Hinblick auf Kraftstoff reichen Zustand erreicht; und  
die Zündeinheit in dem Mischraum angeordnet ist.

13. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 12, wo-  
bei:

das Verbrennungsgefäß einen Wandbereich zur Bil-  
dung bzw. Begrenzung des Mischraums aufweist; und  
der Wandbereich eine vertikale Schnittgestalt aufweist,  
wo die Breitenabmessung in Richtung zu dem Verbren-  
nungsraum hin stromabwärts von dem Mischraum all-  
mählich größer wird.

14. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 12, wei-  
ter umfassend:

Mittel zur Bildung eines Luft-Zuführungskanals (3f)  
rund um einen ersten Wandbereich zur Bildung bzw.  
Begrenzung des Mischraums und einen zweiten Wand-  
bereich zur Bildung des Verbrennungsraums herum;  
wobei die Luft-Zuführungseinheit zur Einführung von  
Luft von der Luft-Zuführungseinheit aus in den Luft-  
Zuführungskanal angeordnet ist; und

der zweite Wandbereich eine Öffnung aufweist, durch  
die hindurch Luft von dem Luftzuführungskanal aus in  
den Verbrennungsraum direkt eingeführt wird.

15. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der  
Ansprüche 12-14, wobei das Trennwandelement eine



Öffnung (3h) aufweist, durch die hindurch der Mischraum und der Verbrennungsraum miteinander in Verbindung stehen.

16. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 15, weiter umfassend:

ein poröses Element (3e) zur vorübergehenden Aufnahme von flüssigem Kraftstoff und zur Verdampfung des flüssigen Kraftstoffs, wobei das poröse Element an dem Trennwandelement an einer Seite des Mischraums angeordnet ist.

17. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1-5, weiter umfassend:

eine Regelungseinheit (32) zur Regelung des Betriebszustandes der Kraftstoff-Einspritzeinheit, wobei:

die Kraftstoff-Einspritzeinheit ein elektromagnetisches Ventil zum Einspritzen von flüssigem Kraftstoff mit einem Druck höher als ein vorbestimmter Druck aufweist;

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Einspritzfrequenz der Kraftstoff-Einspritzeinheit auf einen Wert höher als ein vorbestimmter Wert regelt, bis eine vorbestimmte Zeit nach dem Beginn der Arbeit der Kraftstoff-Einspritzeinheit verstrichen ist; und

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Einspritzfrequenz der Kraftstoff-Einspritzeinheit auf einen Wert niedriger als der vorbestimmte Wert regelt, nachdem die vorbestimmte Zeit verstrichen ist.

18. Verbrennungsvorrichtung, umfassend:

ein Verbrennungsgefäß (3) zur Bildung bzw. Begrenzung einer Verbrennungskammer (3b, 3i);

eine Kraftstoff-Einspritzeinheit (4) mit einer Einspritzöffnung (27) zum Einspritzen von Kraftstoff, der in die Verbrennungskammer einzuführen ist;

eine Luft-Zuführungseinheit (7) zum Zuführen von Luft in die Verbrennungskammer;

eine Zündeinheit (30) zum Zünden eines zwischen Kraftstoff und Luft gemischten Gases in der Verbrennungskammer; und

eine Kraftstoff-Aufprall-Schalteneinheit (9, 90, 5) mit einem Kraftstoff-Aufprallelement (9), das zwischen der Einspritzöffnung und der Verbrennungskammer angeordnet ist; und

eine Regelungseinheit (32) zur Regelung der Kraftstoff-Aufprall-Schalteneinheit zum selektiven Einstellen einer Aufprall-Betriebsart, bei der Kraftstoff, der von der Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingespritzt wird, in die Verbrennungskammer eingeführt wird, wobei er mit dem Aufprallelement zusammentrifft, und einer aufprallfreien Betriebsart, bei der Kraftstoff, der von der Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingespritzt wird, in die Verbrennungskammer, ohne mit dem Aufprallelement zusammenzutreffen, entsprechend der Temperatur innerhalb der Verbrennungskammer oder einer in Bezug auf die Temperatur in der Verbrennungskammer verwandten Temperatur eingeführt wird.

19. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 18, wobei:

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Aufprall-Schalteneinheit zur Einstellung der Aufprall-Betriebsart regelt, wenn die Temperatur der Verbrennungskammer eine normale Temperatur ist; und

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Aufprall-Schalteneinheit zur Einstellung der aufprallfreien Betriebsart regelt, wenn die Temperatur der Verbrennungskammer um eine vorbestimmte Temperatur höher als die normale Temperatur ist.

20. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 19, wobei:

die Kraftstoff-Aufprall-Schalteneinheit ferner ein Abstützelement (5b) zur Abstützung des Aufprallelements aufweist; und

das Aufprallelement einen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzt, der verhältnismäßig größer als derjenigen des Abstützelements ausgewählt ist, so dass die Relativposition zwischen dem Aufprallelement und der Einspritzöffnung der Kraftstoff-Einspritzeinheit bedingt durch die thermische Ausdehnung des Aufprallelements entsprechend einer Veränderung der Temperatur innerhalb der Verbrennungskammer verändert wird, ein Zusammentreffen von Kraftstoff, der von der Einspritzöffnung aus eingespritzt wird, mit dem Aufprallelement verhindert ist, wenn das Aufprallelement nahe bei der Einspritzöffnung angeordnet ist, und Kraftstoff, der von der Einspritzöffnung aus eingespritzt wird, mit dem Aufprallelement zusammentrifft, wenn das Aufprallelement von der Einspritzöffnung entfernt angeordnet ist.

21. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 19, wobei:

die Kraftstoff-Aufprall-Schalteneinheit ferner ein Abstützelement (5b) zur Abstützung des Aufprallelements und ein Strebenelement (90) zwischen dem Aufprallelement und dem Abstützelement aufweist; und das Strebenelement einen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzt, der verhältnismäßig größer als derjenige des Abstützelements und des Aufprallelements ausgewählt ist, so dass

die Relativposition zwischen dem Aufprallelement und der Einspritzöffnung der Kraftstoff-Einspritzeinheit bedingt durch die thermische Ausdehnung des Strebenelements entsprechend einer Veränderung der Temperatur innerhalb der Verbrennungskammer verändert wird, ein Zusammentreffen von Kraftstoff, der von der Einspritzöffnung aus eingespritzt wird, mit dem Aufprallelement verhindert ist, wenn das Aufprallelement nahe bei der Einspritzöffnung angeordnet ist, und Kraftstoff, der von der Einspritzöffnung aus eingespritzt wird, mit dem Aufprallelement zusammentrifft, wenn das Aufprallelement von der Einspritzöffnung entfernt angeordnet ist.

22. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 18-21, weiter umfassend:

Mittel zur Bildung bzw. Begrenzung eines Luftkanals (5a, 5b, 8, 9e, 3f), durch den hindurch Luft von der Luft-Zuführungseinheit aus in die Verbrennungskammer eingeführt wird,

wobei der Luftkanal rund um die Kraftstoff-Einspritzeinheit herum vorgesehen ist.

23. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 18-22, weiter umfassend:

eine Feststellungseinheit (110, 111, 112) zum Feststellen des Verbrennungszustandes des zwischen Kraftstoff von der Kraftstoff-Einspritzeinheit und Luft von der Luft-Führungseinheit gemischten Gases innerhalb der Verbrennungskammer, wobei:

die Regelungseinheit den Betriebszustand der Kraftstoff-Einspritzeinheit entsprechend dem Verbrennungszustand, der mittels der Feststellungseinheit festgestellt wird, regelt;

die Kraftstoff-Einspritzeinheit ein elektromagnetisches Ventil zum Einspritzen von flüssigem Kraftstoff mit einem Druck höher als ein vorbestimmter Druck aufweist; und

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Einspritzfrequenz des elektromagnetischen Ventil entsprechend dem Verbrennungszustand, der mittels der Feststellungseinheit

festgestellt wird, regelt:

24. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 23, wobei:

wenn der Verbrennungszustand der Verbrennungskammer, der mittels der Feststellungseinheit festgestellt wird, ein vorbestimmter Zustand ist, die Kraftstoff-Einspritzfrequenz des elektromagnetischen Ventils höher als ein vorbestimmter Wert eingestellt wird; und wenn der Verbrennungszustand der Verbrennungskammer, der mittels der Feststellungseinheit festgestellt wird, ein Zustand ausgenommen den vorbestimmten Zustand ist, die Kraftstoff-Einspritzfrequenz des elektromagnetischen Ventils niedriger als der vorbestimmte Wert eingestellt wird.

25. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 18–22, weiter umfassend:

eine Feststellungseinheit (113) zur Feststellung der atmosphärischen Temperatur außerhalb der Verbrennungskammer, wobei:

die Regelungseinheit den Betriebszustand der Kraftstoff-Einspritzeinheit entsprechend der atmosphärischen Temperatur, die mittels der Feststellungseinheit festgestellt wird, regelt;

die Kraftstoff-Einspritzeinheit ein elektromagnetisches Ventil zum Einspritzen von flüssigem Brennstoff mit einem Druck höher als ein vorbestimmter Druck aufweist; und

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Einspritzfrequenz des elektromagnetischen Ventils auf einen Wert höher als ein vorbestimmter Wert regelt, wenn die atmosphärische Temperatur, die mittels der Feststellungseinheit festgestellt wird, niedriger als eine vorbestimmte Temperatur ist.

26. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 18–25, wobei:

die Kraftstoff-Einspritzeinheit ein elektromagnetisches Ventil zum Einspritzen von flüssigem Kraftstoff mit einem Druck höher als ein vorbestimmter Druck aufweist;

die Kraftstoff-Einspritzeinheit so angeordnet ist, dass Kraftstoff von der Einspritzöffnung aus unter einem vorbestimmten Winkel eingespritzt wird;

die Zündeinheit einen Zündbereich zur Erzeugung einer Zündung aufweist; und

der Zündbereich innenseitig oder außenseitig des vorbestimmten Einspritzwinkels des Kraftstoffs angeordnet ist, der von der Einspritzöffnung aus eingespritzt wird.

27. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 18–21, weiter umfassend:

ein Trennwandelement (3g) zum Aufteilen der Verbrennungskammer in einen Luft-Mischraum (3i) an einer Seite der Einspritzöffnung und in einen Verbrennungsraum (3b), der stromabwärts des Mischraums derart vorgesehen ist, dass er mit dem Mischraum in Verbindung steht;

wobei die Luft-Zuführungseinheit zum direkten Zuführen von Luft sowohl in den Verbrennungsraum als auch in den Mischraum angeordnet ist;

die Luftmenge, die in den Mischraum eingeführt wird, derart eingestellt wird, dass das gemischte Gas einen in Hinblick auf Kraftstoff reichen Zustand erreicht; und die Zündeinheit in dem Mischraum angeordnet ist.

28. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 27, weiter umfassend:

Mittel zur Bildung eines Luft-Zuführungskanals (3f) rund um einen ersten Wandbereich zur Bildung bzw. Begrenzung des Mischraums und einen zweiten Wand-

bereich zur Bildung des Verbrennungsraums herum; wobei die Luft-Zuführungseinheit zur Einführung von Luft von der Luft-Zuführungseinheit aus in den Luft-Zuführungskanal angeordnet ist; und

der zweite Wandbereich eine Öffnung aufweist, durch die hindurch Luft von dem Luftzuführungskanal aus in den Verbrennungsraum direkt eingeführt wird.

29. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 27, weiter umfassend:

ein poröses Element (3e) zur vorübergehenden Aufnahme von flüssigem Kraftstoff und zur Verdampfung des flüssigen Kraftstoffs, wobei das poröse Element an dem Trennwandelement an einer Seite des Mischraums angeordnet ist.

30. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 18–22, wobei:

die Kraftstoff-Einspritzeinheit ein elektromagnetisches Ventil zum Einspritzen von flüssigem Kraftstoff mit einem Druck höher als ein vorbestimmter Druck aufweist;

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Einspritzfrequenz der Kraftstoff-Einspritzeinheit auf einen Wert höher als ein vorbestimmter Wert regelt, bis eine vorbestimmte Zeit nach dem Beginn der Arbeit der Kraftstoff-Einspritzeinheit verstrichen ist; und

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Einspritzfrequenz der Kraftstoff-Einspritzeinheit auf einen Wert niedriger als der vorbestimmte Wert regelt, nachdem die vorbestimmte Zeit verstrichen ist.

31. Verbrennungsvorrichtung, umfassend:

ein Verbrennungsgefäß (3) zur Bildung bzw. Begrenzung einer Verbrennungskammer (3b, 3i);

eine Kraftstoff-Einspritzeinheit (4) mit einer Einspritzöffnung (27) zum Einspritzen von Kraftstoff, der in die Verbrennungskammer einzuführen ist;

eine Luft-Zuführungseinheit (7) zum Zuführen von Luft in die Verbrennungskammer;

eine Zündeinheit (30) zum Zünden eines zwischen Kraftstoff und Luft gemischten Gases in der Verbrennungskammer; und

eine Kraftstoff-Aufprall-Schalteneinheit (9, 90, 53, 56) mit einem Kraftstoff-Aufprallelement (9), das zwischen der Einspritzöffnung und der Verbrennungskammer angeordnet ist; und

eine Regelungseinheit (32) zur Regelung der Kraftstoff-Aufprall-Schalteneinheit zum selektiven Einstellen einer Aufprall-Betriebsart, bei der Kraftstoff, der von der Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingespritzt wird, in die Verbrennungskammer eingeführt wird, wobei er mit dem Aufprallelement zusammentrifft, und einer aufprallfreien Betriebsart, bei der Kraftstoff, der von der Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingespritzt wird, in die Verbrennungskammer, ohne mit dem Aufprallelement zusammenzutreffen, entsprechend dem Druck der Luft von der Luft-Zuführungseinheit eingeführt wird.

32. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 31, wobei:

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Aufprall-Schalteneinheit zur Einstellung der Aufprall-Betriebsart regelt, wenn der Druck der Luft der Luft-Zuführungseinheit niedriger als ein vorbestimmter Druck ist; und

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Aufprall-Schalteneinheit zur Einstellung der aufprallfreien Betriebsart regelt, wenn der Druck der Luft der Luft-Zuführungseinheit höher als der vorbestimmte Druck ist.

33. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 32, wobei:

die Kraftstoff-Aufprall-Schalteneinheit ferner ein Ventil-

element (56) mit einem ersten Wandbereich, der als das Kraftstoff-Aufprallelement verwendet wird, zur Bildung bzw. Begrenzung einer Kraftstofföffnung (50), durch die hindurch Kraftstoff von der Einspritzöffnung aus hindurchtritt, und mit einem zweiten Wandbereich zur Bildung bzw. Begrenzung einer Luftöffnung (51, 54) aufweist, durch die hindurch Luft von der Luft-Zuführungseinheit hindurchtritt;

das Ventilelement gegenüber der Kraftstoff-Einspritzeinheit entsprechend einer Veränderung des Drucks der Luft bewegbar ist, die durch die Luftöffnung hindurchtritt;

das Ventilelement so eingestellt wird, dass die Relativposition zwischen dem Aufprallelement und der Einspritzöffnung der Kraftstoff-Einspritzeinheit durch die Veränderung des Drucks der Luft verändert wird, die durch die Luftöffnung hindurchtritt;

das Ventilelement so betätigt wird, dass Kraftstoff, der von der Einspritzöffnung aus eingespritzt wird, in die Verbrennungskammer eingeführt wird, wobei ein Zusammentreffen mit dem Aufprallelement verhindert ist, wenn der Druck der Luft, die durch die Luftöffnung hindurchtritt, höher als der vorbestimmte Druck ist; und

das Ventilelement so betätigt wird, dass Kraftstoff, der von der Einspritzöffnung aus eingespritzt wird, in die Verbrennungskammer eingeführt wird, wobei er mit dem Aufprallelement zusammentrifft, wenn der Druck der Luft, die durch die Luftöffnung hindurchtritt, niedriger als der vorbestimmte Druck ist.

34. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 33, wobei:

das Ventilelement einen Ventilbereich (52) an der Kraftstoff-Einspritzseite der Kraftstoff-Einspritzeinheit, einen Abstützbereich (60a) zur Abstützung des Ventilbereichs und einen Federbereich (53), der zwischen dem Ventilbereich und der Kraftstoff-Einspritzseite der Kraftstoff-Einspritzeinheit angeordnet ist, zum Drücken des Ventilbereichs in Richtung zu dem Abstützbereich hin aufweist;

der Ventilbereich die Kraftstofföffnung, durch die hindurch Kraftstoff, der von der Einspritzöffnung der Kraftstoff-Einspritzeinheit aus eingespritzt wird, hindurchtritt, und die Luftöffnung aufweist, durch die hindurch Luft von der Luft-Zuführungseinheit aus hindurchtritt;

der Abstützbereich eine Öffnung (62) aufweist, die mit der Kraftstofföffnung und der Luftöffnung in Verbindung steht;

der Ventilbereich von dem Abstützbereich in Richtung zu der Kraftstoff-Einspritzeinheit hin wegbewegt wird, wobei der Drückkraft des Federbereichs entgegen gewirkt wird, so dass Kraftstoff, der von der Einspritzöffnung aus eingespritzt wird, in die Verbrennungskammer eingeführt wird, wobei ein Zusammentreffen mit dem Aufprallelement verhindert ist, wenn der Druck der Luft, die durch die Luftöffnung hindurchtritt, höher als der vorbestimmte Druck ist; und

der Ventilbereich nahe zu dem Abstützbereich hin von der Kraftstoff-Einspritzeinheit weg durch die Drückkraft des Federbereichs bewegt wird, so dass Kraftstoff, der von der Einspritzöffnung aus eingespritzt wird, in die Verbrennungskammer eingeführt wird, wobei er mit dem Aufprallelement zusammentrifft, wenn der Druck der Luft, die durch die Luftöffnung hindurchtritt, niedriger als der vorbestimmte Druck ist.

35. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 31–34, weiter umfassend:

eine Feststellungseinheit (110, 111, 112) zum Feststellen des Verbrennungszustandes des zwischen Kraftstoff von der Kraftstoff-Einspritzeinheit und Luft von der Luft-Führungseinheit gemischten Gases innerhalb der Verbrennungskammer, wobei:

die Regelungseinheit den Betriebszustand der Kraftstoff-Einspritzeinheit entsprechend dem Verbrennungszustand, der mittels der Feststellungseinheit festgestellt wird, regelt;

die Kraftstoff-Einspritzeinheit ein elektromagnetisches Ventil zum Einspritzen von flüssigem Kraftstoff mit einem Druck höher als ein vorbestimmter Druck aufweist; und

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Einspritzfrequenz des elektromagnetischen Ventils entsprechend dem Verbrennungszustand, der mittels der Feststellungseinheit festgestellt wird, regelt.

36. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 31–34, weiter umfassend:

eine Feststellungseinheit (113) zur Feststellung der atmosphärischen Temperatur außerhalb der Verbrennungskammer, wobei:

die Regelungseinheit den Betriebszustand der Kraftstoff-Einspritzeinheit entsprechend der atmosphärischen Temperatur, die mittels der Feststellungseinheit festgestellt wird, regelt;

die Kraftstoff-Einspritzeinheit ein elektromagnetisches Ventil zum Einspritzen von flüssigem Brennstoff mit einem Druck höher als ein vorbestimmter Druck aufweist; und

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Einspritzfrequenz des elektromagnetischen Ventils auf einen Wert höher als ein vorbestimmter Wert regelt, wenn die atmosphärische Temperatur, die mittels der Feststellungseinheit festgestellt wird, niedriger als eine vorbestimmte Temperatur ist.

37. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 31–36, wobei:

die Kraftstoff-Einspritzeinheit ein elektromagnetisches Ventil zum Einspritzen von flüssigem Kraftstoff mit einem Druck höher als ein vorbestimmter Druck aufweist;

die Kraftstoff-Einspritzeinheit so angeordnet ist, dass Kraftstoff von der Einspritzöffnung aus unter einem vorbestimmten Winkel eingespritzt wird;

die Zündeinheit einen Zündbereich zur Erzeugung einer Zündung aufweist; und

der Zündbereich innenseitig oder außenseitig des vorbestimmten Einspritzwinkels des Kraftstoffs angeordnet ist, der von der Einspritzöffnung aus eingespritzt wird.

38. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 31–34, weiter umfassend:

ein Trennwandelement (3g) zum Aufteilen der Verbrennungskammer in einen Luft-Mischraum (3i) an einer Seite der Einspritzöffnung und in einen Verbrennungsraum (3b), der stromabwärts des Mischraums derart vorgesehen ist, dass er mit dem Mischraum in Verbindung steht;

wobei die Luft-Zuführungseinheit zum direkten Zuführen von Luft sowohl in den Verbrennungsraum als auch in den Mischraum angeordnet ist;

die Luftmenge, die in den Mischraum eingeführt wird, derart eingestellt wird, dass das gemischte Gas einen in Hinblick auf Kraftstoff reichen Zustand erreicht; und

die Zündeinheit in dem Mischraum angeordnet ist.

39. Verbrennungsvorrichtung nach Anspruch 38, weiter umfassend:

Mittel zur Bildung eines Luft-Zuführungskanals (3f) rund um einen ersten Wandbereich zur Bildung bzw. Begrenzung des Mischraums und einen zweiten Wandbereich zur Bildung des Verbrennungsraums herum; wobei die Luft-Zuführungseinheit zur Einführung von Luft von der Luft-Zuführungseinheit aus in den Luft-Zuführungskanal angeordnet ist; und der zweite Wandbereich eine Öffnung aufweist, durch die hindurch Luft von dem Luftzuführungskanal aus in den Verbrennungsraum direkt eingeführt wird. 10

40. Verbrennungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 31-34, wobei:

die Kraftstoff-Einspritzeinheit ein elektromagnetisches Ventil zum Einspritzen von flüssigem Kraftstoff mit einem Druck höher als ein vorbestimmter Druck aufweist; 15

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Einspritzfrequenz der Kraftstoff-Einspritzeinheit auf einen Wert höher als ein vorbestimmter Wert regelt, bis eine vorbestimmte Zeit nach dem Beginn der Arbeit der Kraftstoff-Einspritzeinheit verstrichen ist; und 20

die Regelungseinheit die Kraftstoff-Einspritzfrequenz der Kraftstoff-Einspritzeinheit auf einen Wert niedriger als der vorbestimmte Wert regelt, nachdem die vorbestimmte Zeit verstrichen ist. 25

---

Hierzu 17 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

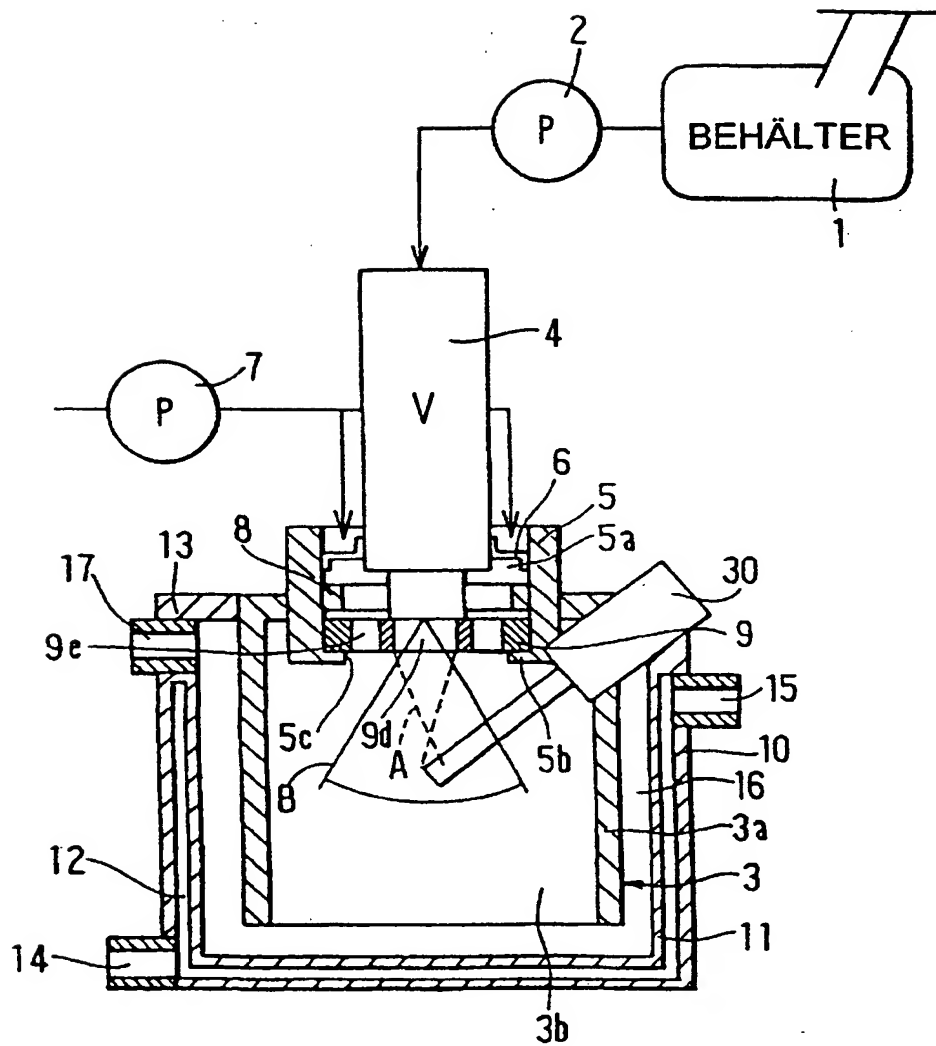




FIG. 2

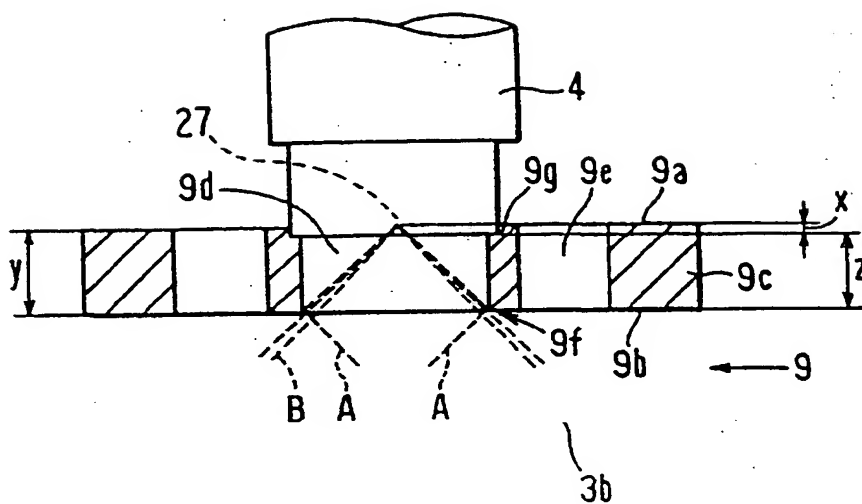


FIG. 3

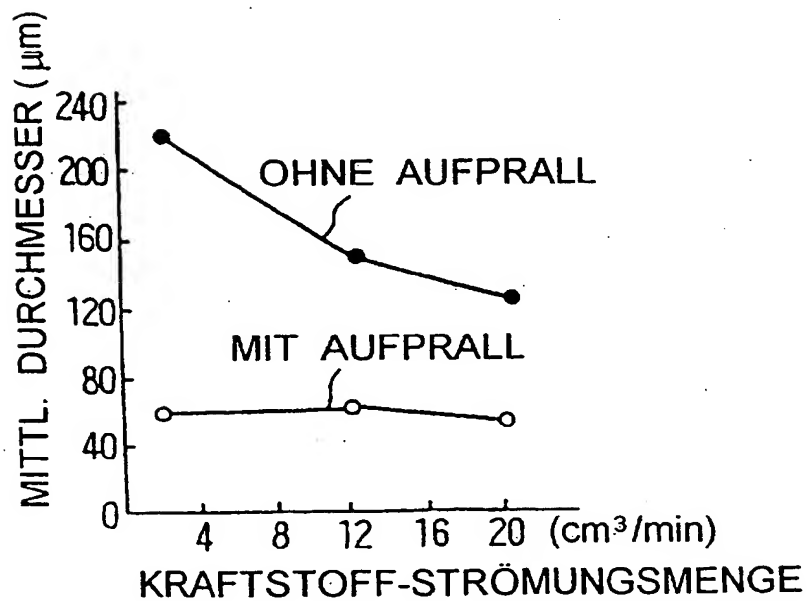


FIG. 4

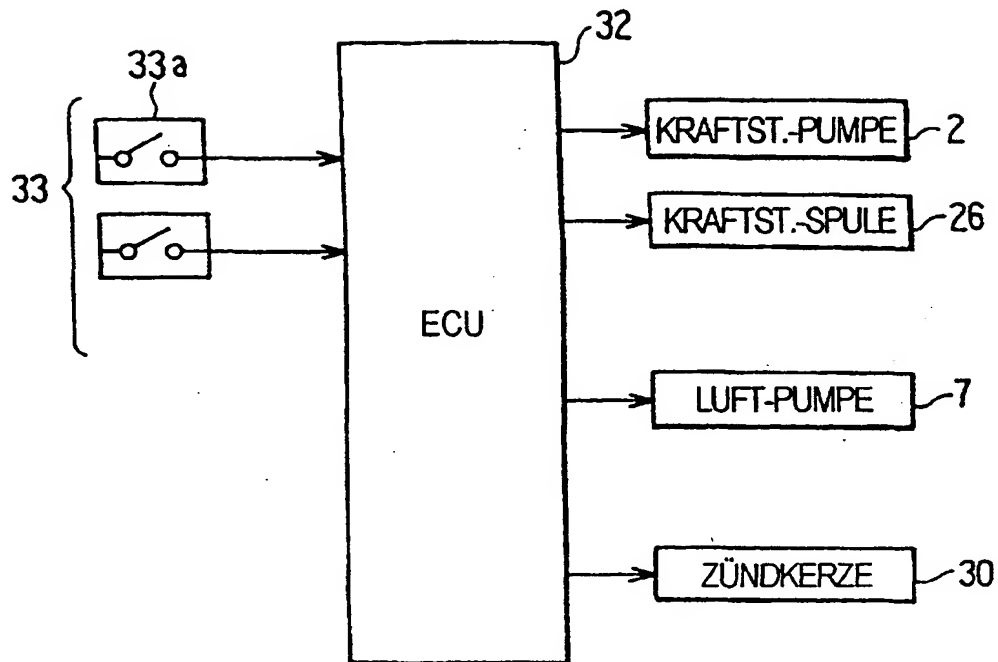


FIG. 5

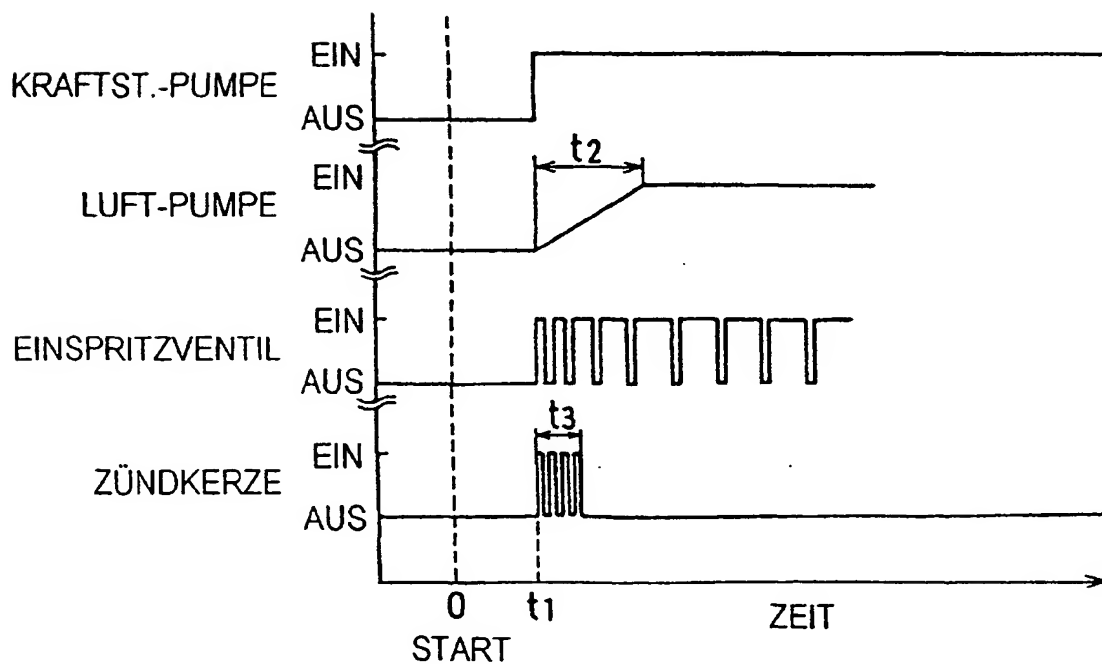


FIG. 6

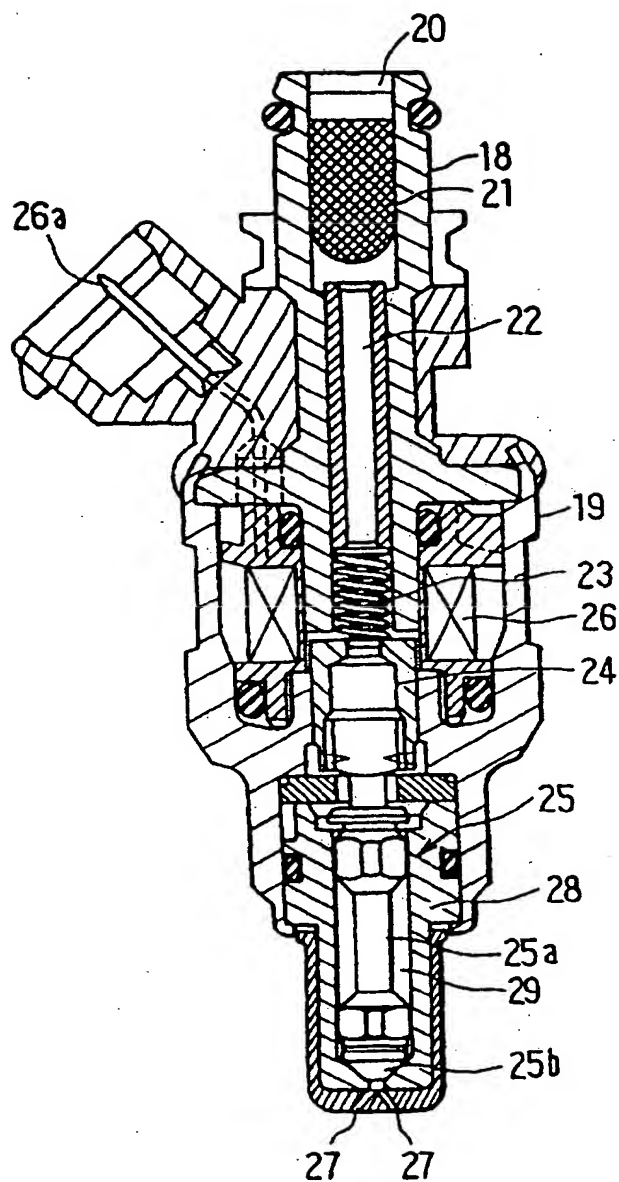


FIG. 7

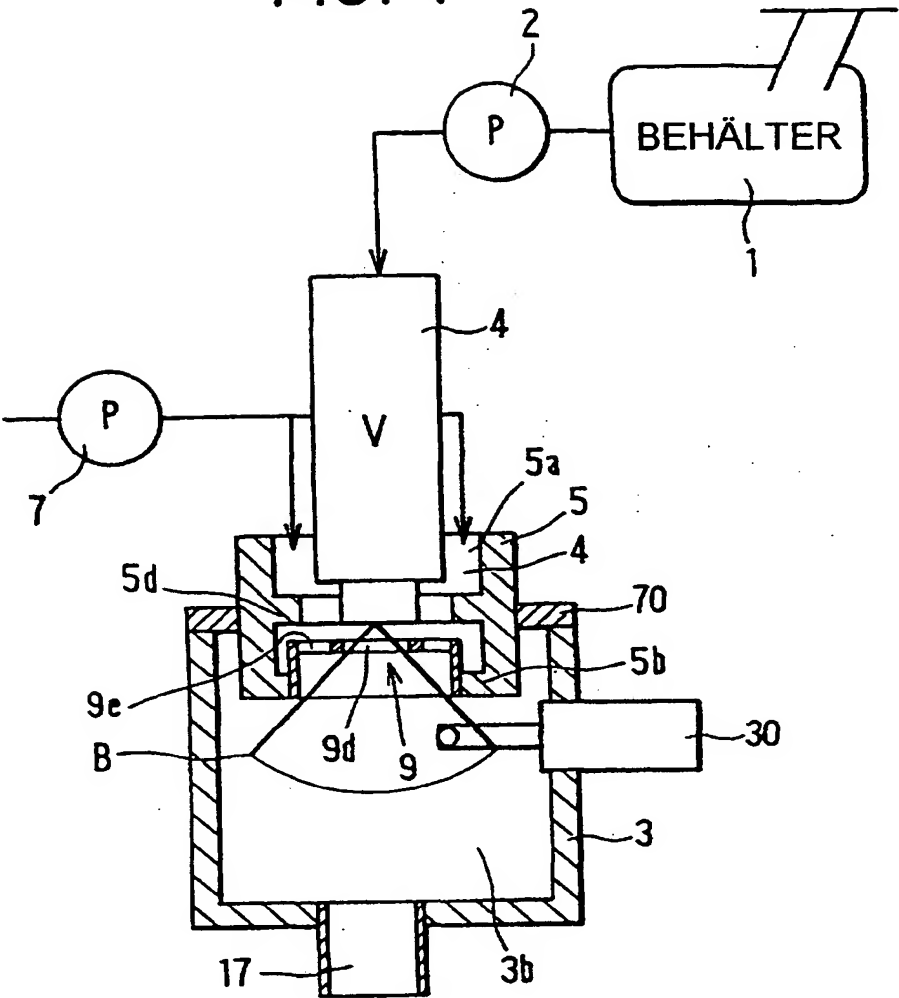


FIG. 8

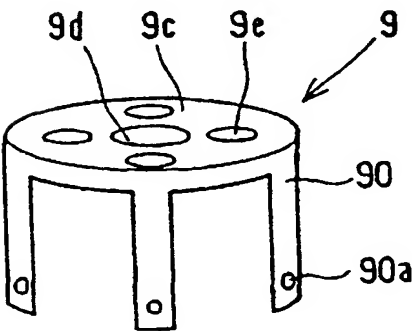


FIG. 9

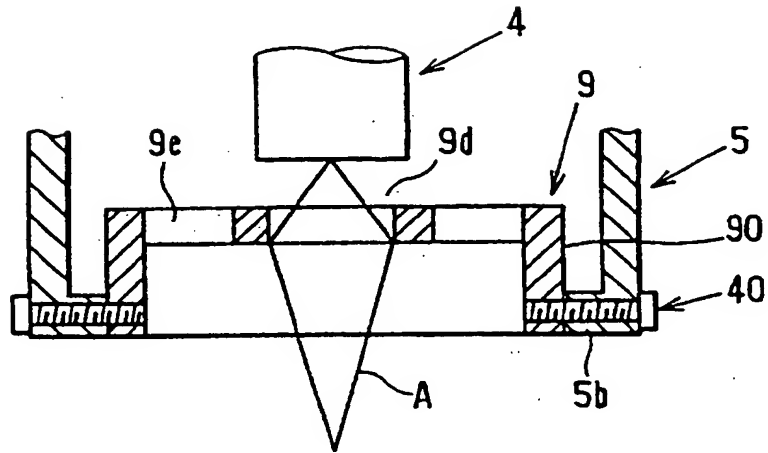


FIG. 10

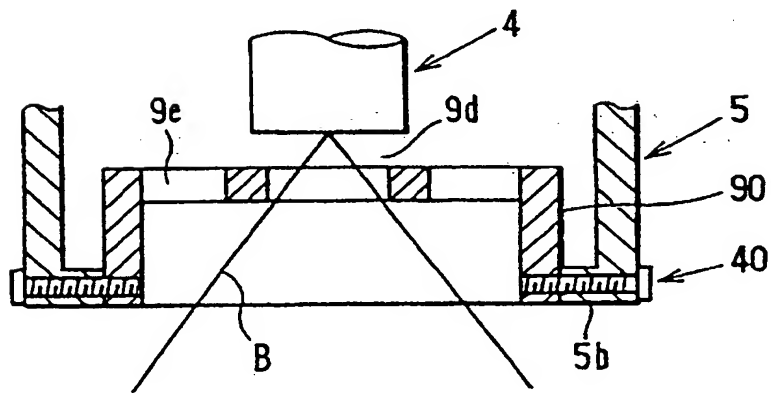




FIG. 11

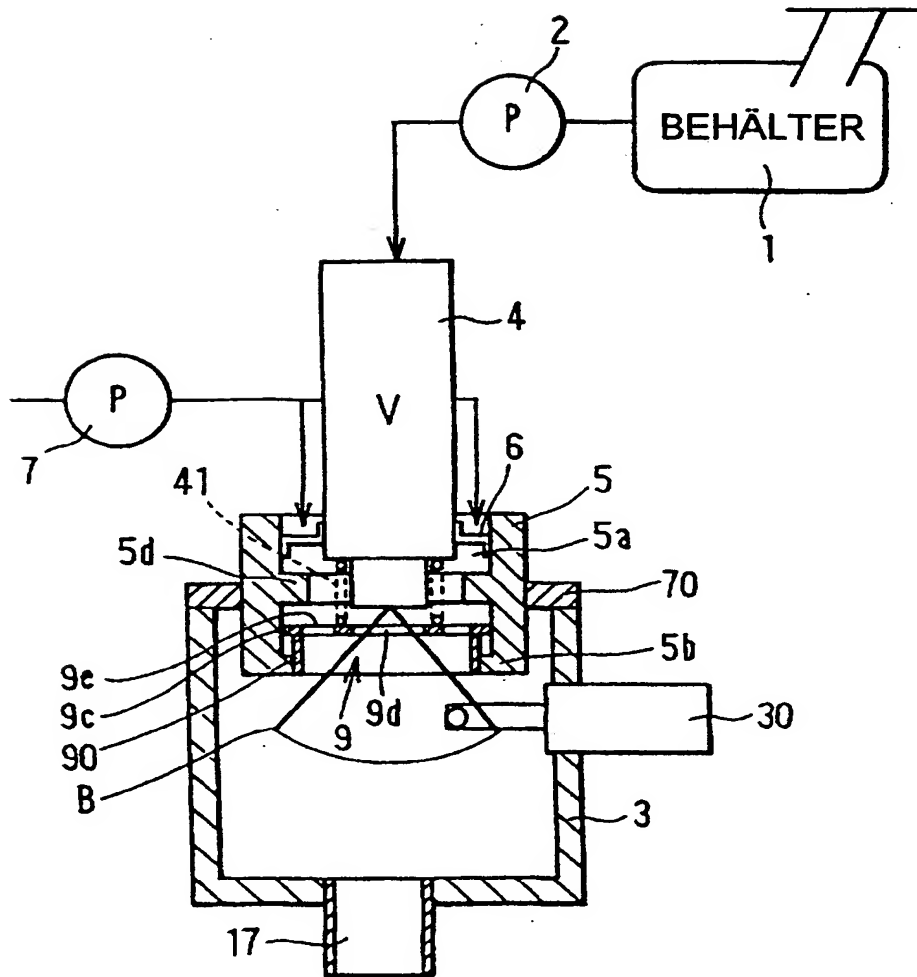


FIG. 12

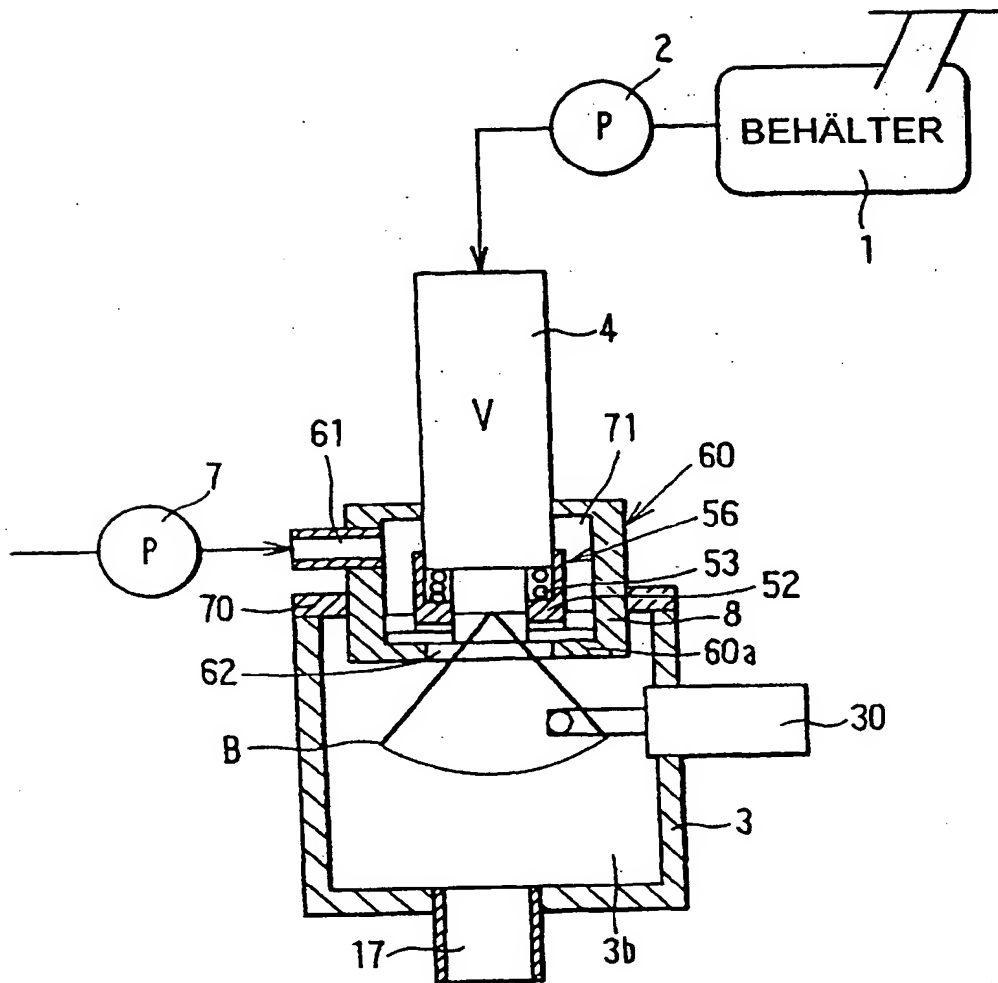


FIG. 13A

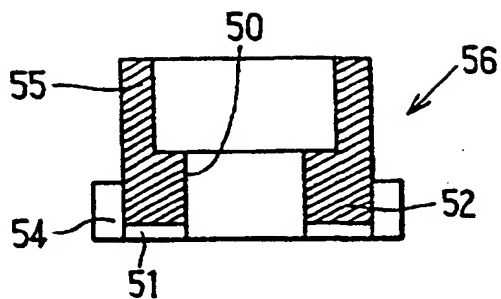


FIG. 13B

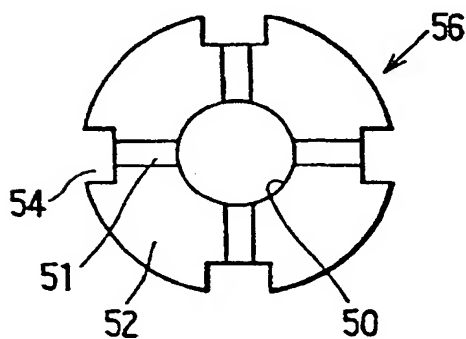


FIG. 13C

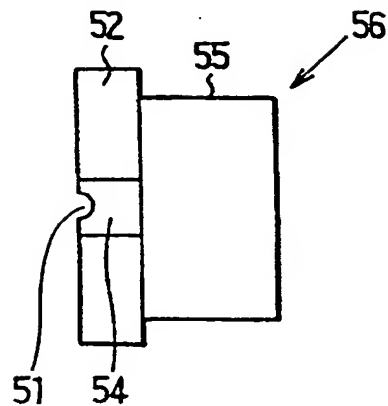


FIG. 14

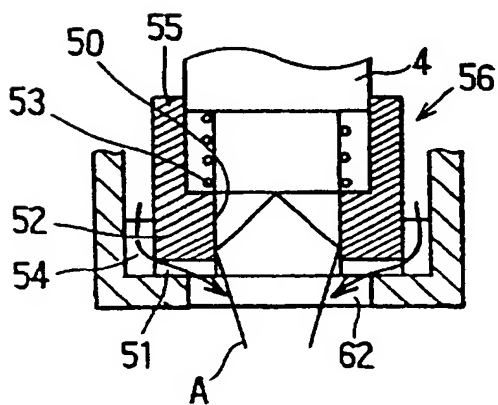


FIG. 15

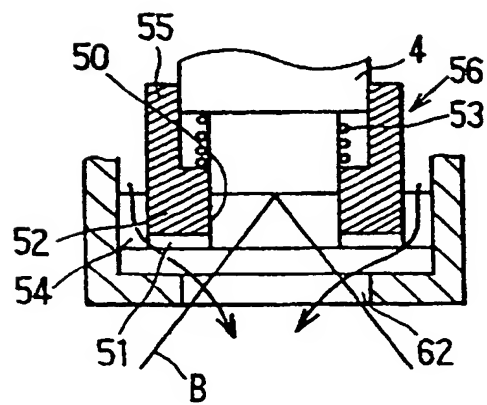
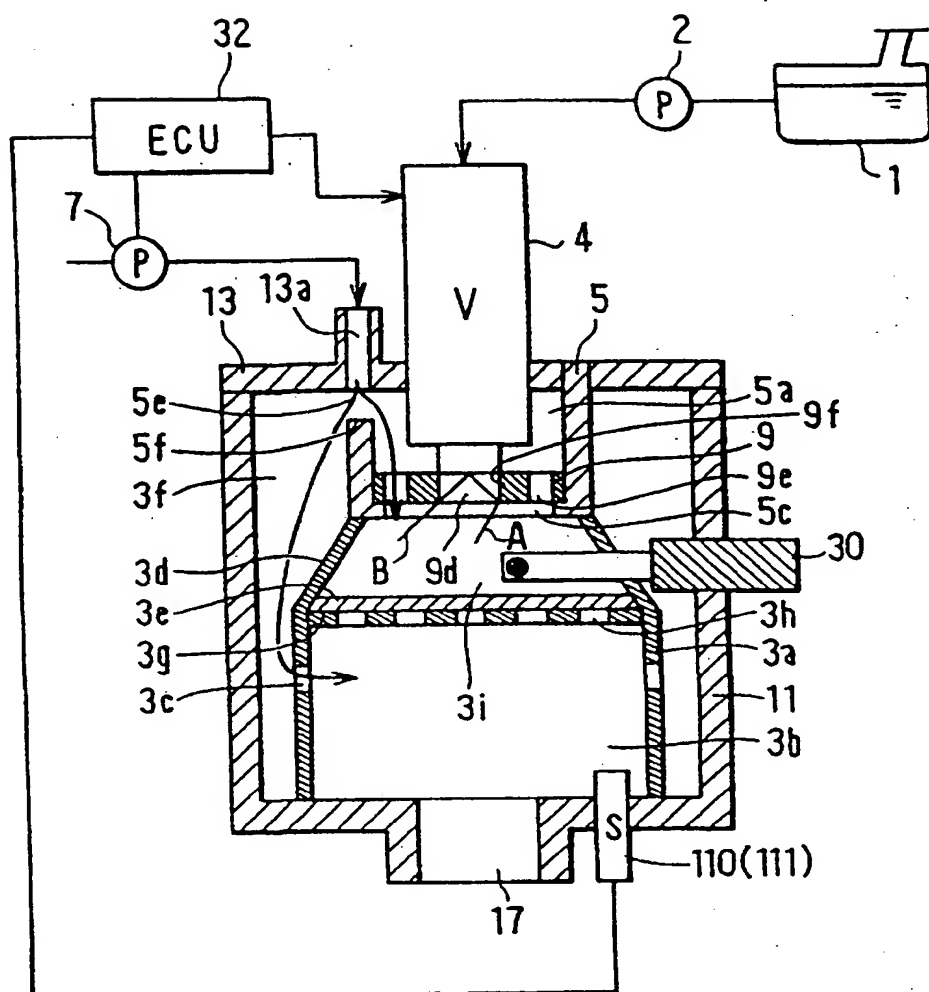


FIG. 16



**FIG. 17A      FIG. 17B**

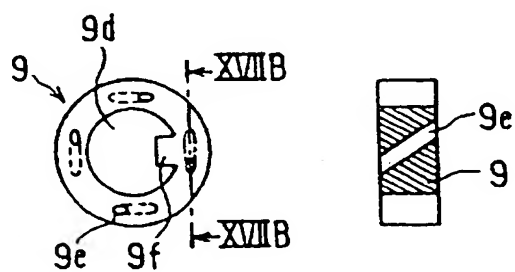


FIG. 18

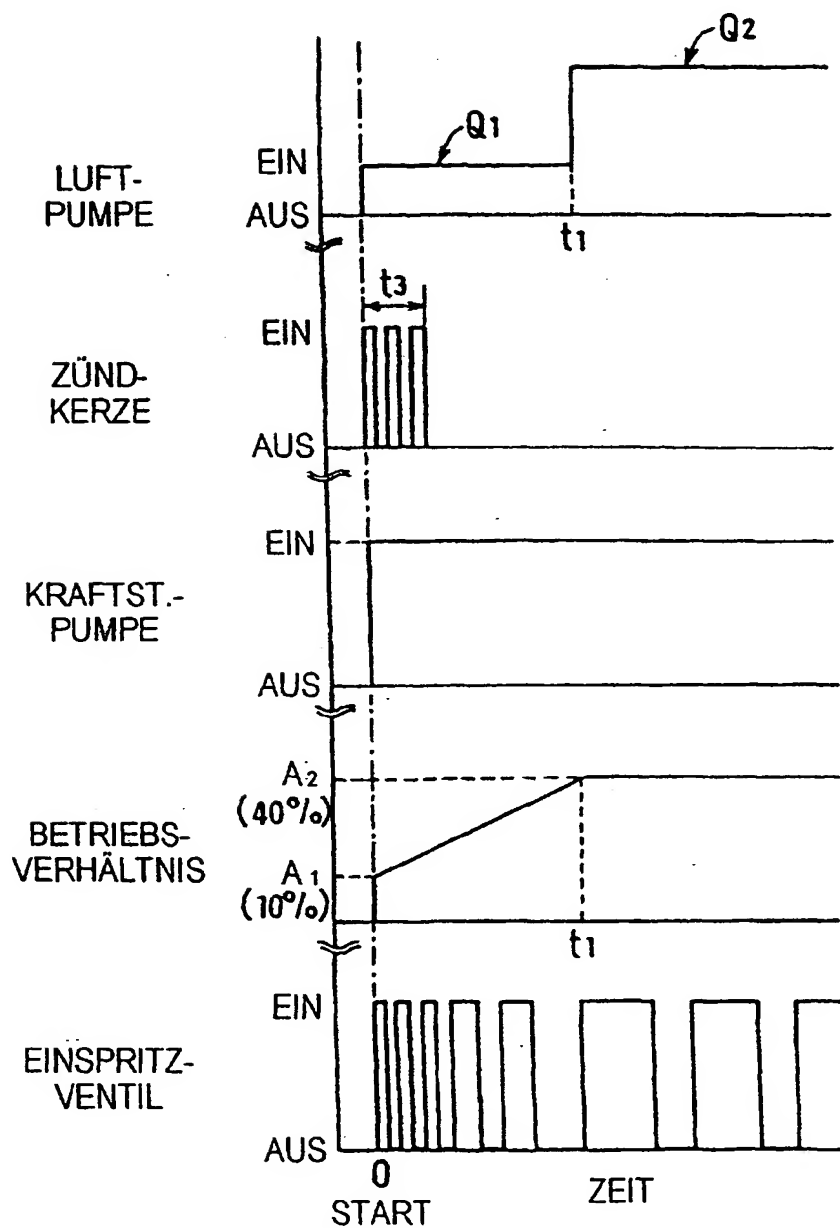




FIG. 19

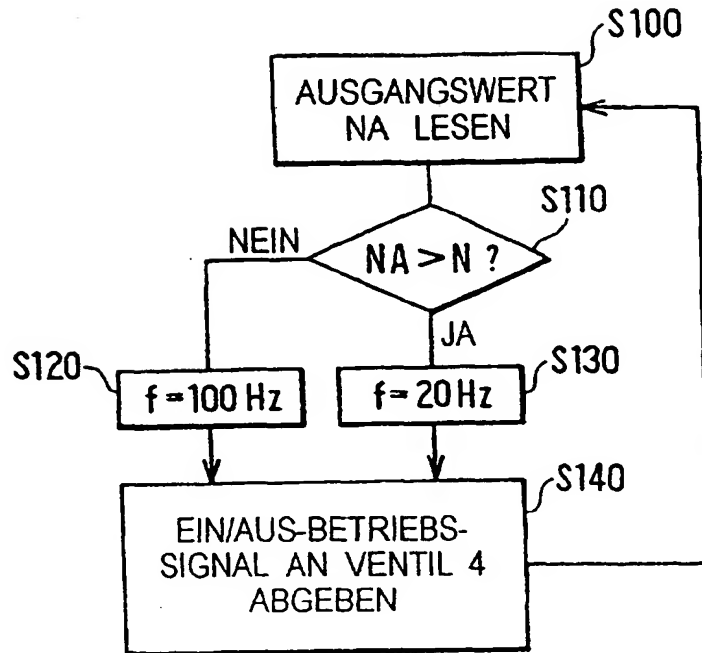


FIG. 20

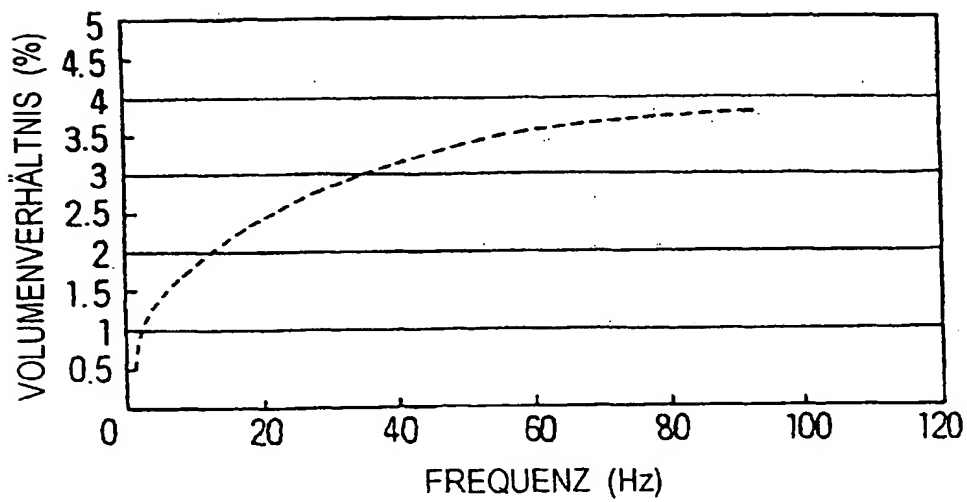


FIG. 21A

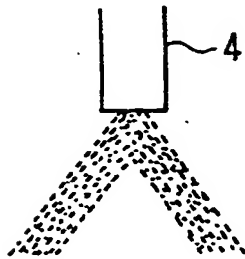


FIG. 21B

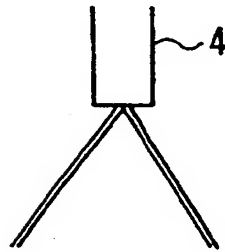


FIG. 22

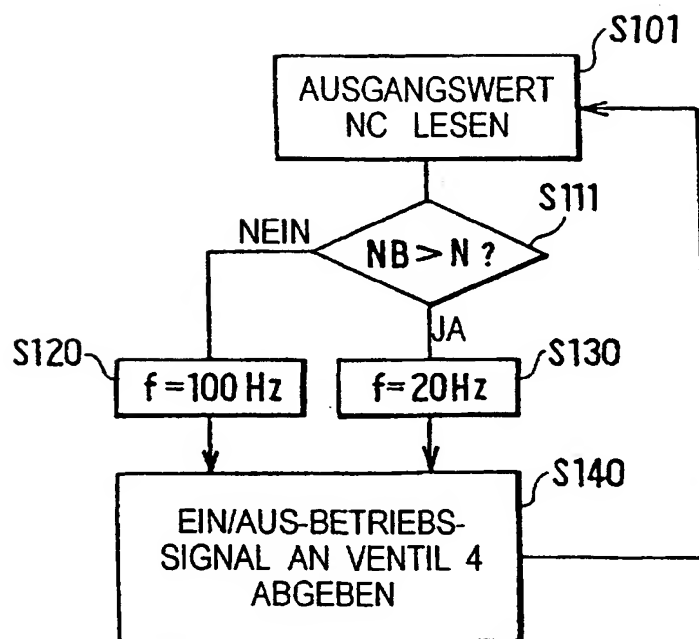


FIG. 23

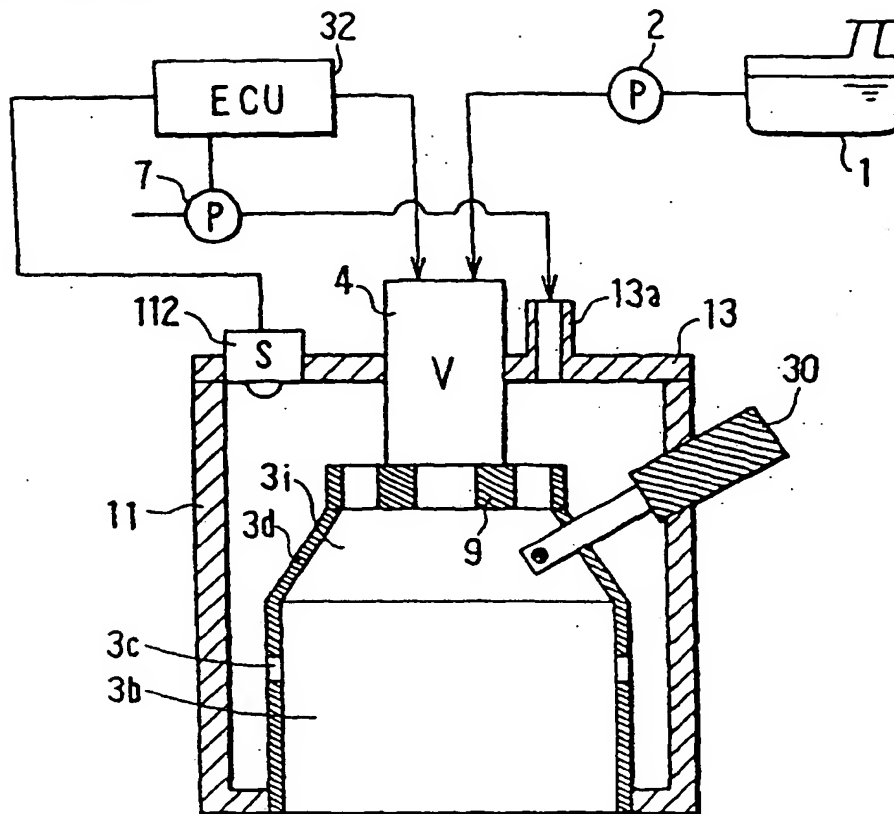


FIG. 24

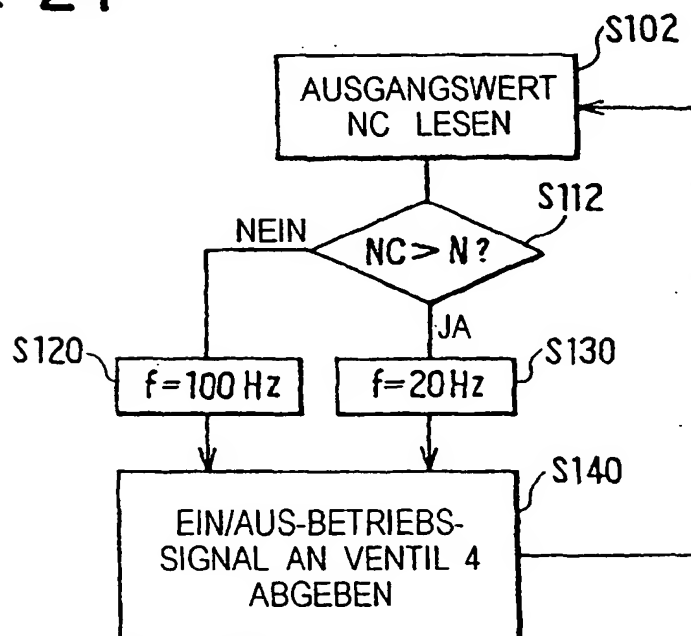


FIG. 25

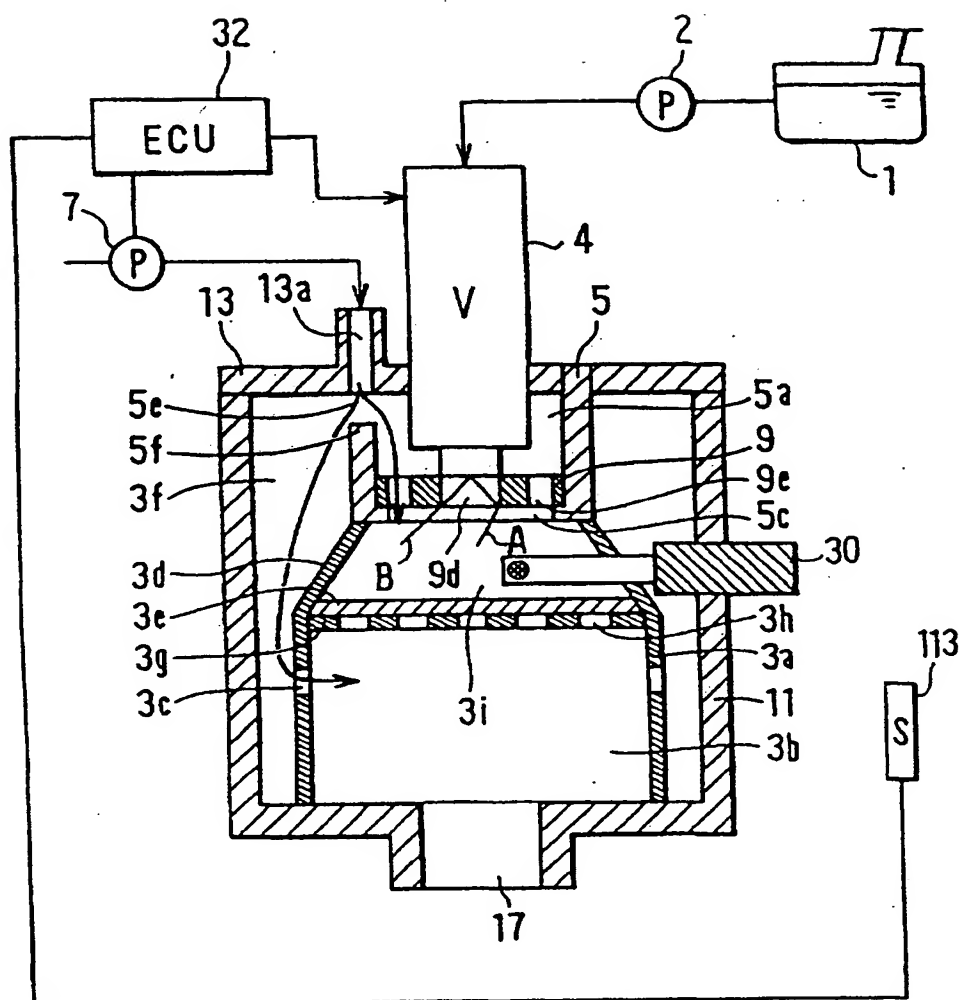


FIG. 26

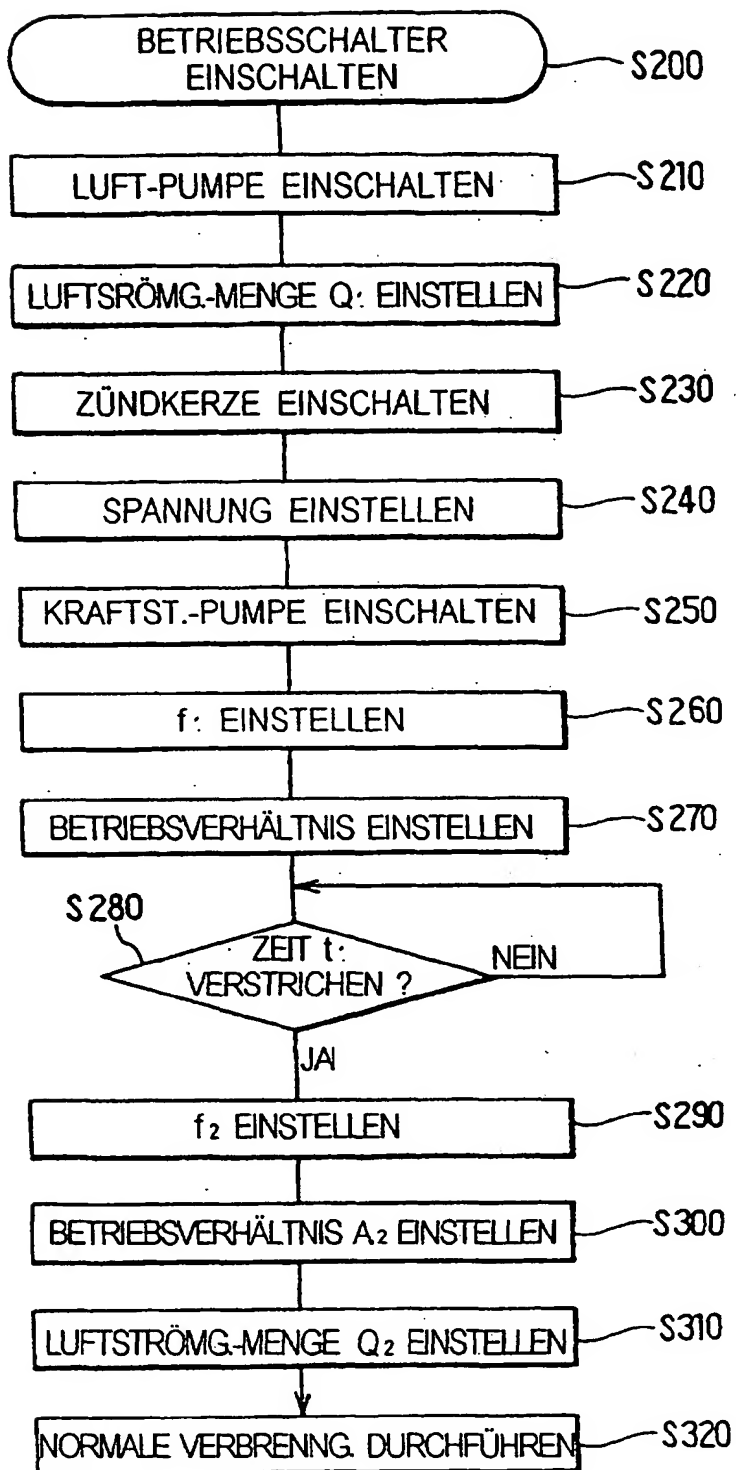


FIG. 27

